KUNGLIGA SVENSKA

VETENSKAPSAKADEMIENS

HANDLINGAR.

NY FÖLJD.

FYRTIOTREDJE BANDET.

UPPSALA & STOCKHOLM
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.

UPPSALA 1908—1909
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.

FYRTIOTREDJE BANDETS INNEHÅLL.

KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 43. N:o 1.

ZUR KENNTNIS DER MESOZOISCHEN EQUISETALES SCHWEDENS

VON

THORE G. HALLE

MIT 9 TAFELN

MITGETEILT AM 4. DECEMBER 1907 DURCH A. G. NATHORST UND J. ERIKSSON

UPPSALA & STOCKHOLM
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.
1908

Die Equisetales der mesozoischen Formationen bieten in mancher Hinsicht grosses Interesse dar. Da sie der Zeit nach zwischen den paläozoischen Calamarien und den allem Anscheine nach völlig *Equisetum*- ähnlichen Formen des Tertiärs auftreten, tritt uns ganz von selbst die Frage nach ihrem Verhältnis zu diesen sehr verschiedenen Gruppen entgegen. Es ist wohl bekannt, dass die Equisetaceen zu Anfang der mesozoischen Periode durch riesige Formen, wie *Equisetites arenaceus* Bronn aus dem Keuper und andere, vertreten wurden, welche jede heutige Spezies an Grösse weit übertrafen. Die grösseren Formen des Jura sind nicht völlig so gross, aber immer noch gewaltig im Vergleich zu den heutigen. In den folgenden Formationen treten successive immer kleinere Arten auf, und die des Tertiärs erinnern am meisten an die grösseren heutigen *Equisetum*- Arten. Die grössten Formen aus der Trias stehen an Grösse wenig hinter den Calamiten zurück. Dass sie auch in anderen Hinsichten an diese erinnern, wird übrigens schon dadurch angedeutet, dass ihre Steinkerne lange genug unter dem Namen *Calamites* gingen. Andererseits kannte man seit alters, vornehmlichst durch v. Sternbergs (1) grundlegende Arbeit, eine Reihe Species mit Blattscheiden des *Equisetum*-Typus. Für diese stellte v. Sternberg den Gattungsnamen *Equisetites* auf. Erst später wurde, hauptsächlich durch Petzholdt (1) und v. Ettingshausen (1), die Zusammengehörigkeit zwischen den Steinkernen und den mit Scheiden versehenen Exemplaren von *Equisetites arenaceus* nachgewiesen. Später sind eine Menge hierhergehörige Arten beschrieben worden, und ihr naher Anschluss an *Equisetum* ist ausser allen Zweifel gestellt. Von vielen Verfassern werden sie geradezu dieser Gattung einverleibt, so von Schimper (1) und neuerdings von Potonié (2). Es ist jedoch ein grosser Schritt von *Calamites* zu *Equisetum*, und es hat den Anschein, als läge schon in der fehlerhaften Einreihung in die erstere Gattung in älteren Zeiten eine Andeutung davon, dass die Übereinstimmung mit *Equisetum* vielleicht nicht so vollständig ist. Es ist daher, vor allem in Anbetracht dessen, wie wenig man von diesen Pflanzen weiss, weit zweckmässiger die Bezeichnung *Equisetites* anzuwenden. Diese ist nunmehr ja auch am gebräuchlichsten.

Das Verhältnis der älteren mesozoischen Equisetaceen einerseits zu den paläozoischen Calamarien, andererseits zu den lebenden *Equisetum*-Species ist eine Frage

von besonderer Wichtigkeit. Es handelt sich nämlich darum, inwiefern sie als ein vermittelndes Glied in phylogenetischer Hinsicht zwischen diesen Pflanzen angesehen werden können. Dass sich eine zusammenhängende Entwicklungslinie von den ältesten mesozoischen *Equisetites*-Arten bis zu den tertiären und weiter bis zu den heutigen *Equisetum*-Formen ziehen lässt, ist kein Grund vorhanden zu bezweifeln. Zeigen aber die ersteren irgend welche Charaktere, die eine Abstammung von den Calamiten bestätigen können? Oder sind diese zu Anfang des mesozoischen Zeitalters ausgestorben, ohne die Urheber einer anderen Pflanzengruppe zu werden? Dies scheint ja mit wenigen Ausnahmen bei entsprechenden Formen in der Serie der Lycopodiaceen der Fall gewesen zu sein.

Die Beantwortung dieser Fragen muss der Zukunft vorbehalten bleiben. Es ist geradezu auffallend, wie wenig man bisher von den mesozoischen Equisetaceen weiss, trotz der grossen Anzahl beschriebener Arten. Besonders tritt dieser Mangel im Vergleich mit der relativ vollständigen Kenntnis hervor, die wir insonderheit dank den Forschungen der letzten Decennien, von vielen der paläozoischen Formen besitzen. Die Ursache hiervon ist ja in erstere Linie der Mangel an strukturbietendem Material, und daher ist ja besonders so gut wie nichts von dem anatomischen Bau der mesozoischen Equisetaceen bekannt. Aber auch hinsichtlich der äusseren Organisation ist noch viel zu tun übrig. Für die fossilen Equisetaceen macht sich ja auch in hohem Grade die Schwierigkeit geltend die verschiedenen Fragmente und die verschiedenen Erhaltungszustände zu einem anschaulichen Bilde von der betreffenden Pflanze zusammenzustellen.

Wie dem auch sei, muss jeder Beitrag zur Kenntnis von diesen Pflanzen willkommen sein.

Auf Anraten von Prof. Dr. A. G. NATHORST, Direktor der paläobotanischen Abteilung des Naturhistorischen Reichsmuseums zu Stockholm, habe ich das umfangreiche Material von Equisetaceen bearbeitet, das aus den mesozoischen Ablagerungen Schonens herstammt und sich in diesem Museum aufbewahrt findet. Wie immer wenn es sich um fossile Equisetaceen handelt, sind die Exemplare sehr fragmentarisch, und die einzelnen Teile werden so gut wie nie in Verbindung mit einander angetroffen. Es ist daher nicht zu vermeiden, dass möglicherweise verschiedene Organe einer und derselben Pflanze jedes für sich behandelt werden und demzufolge auch, zum Zwecke des Hinweises, eigene Namen erhalten. Im allgemeinen habe ich das Prinzip verfolgt lieber auseinanderzuhalten was möglicherweise zusammengehören kann als Gefahr zu laufen heterogene Elemente unter einem Namen zu vereinigen. Dieses Prinzip führt weit weniger Verwirrung herbei als das entgegengesetzte, das nur allzu oft angewendet zu werden scheint, nicht am wenigsten betreffs der mesozoischen Equisetales.

Die Durchführung dieser Untersuchung hat auf Grund der Beteiligung des Verfassers an einer wissenschaftlichen Forschungsreise nach den Magellanländern bedeutend forciert werden müssen. Diesem Umstande dürfte es daher zuzuschreiben sein, wenn mir etwa einige wichtigere Angaben in der vorhandenen Literatur entgangen sein sollten. Herrn Professor Dr. A. G. NATHORST, der einen grossen Teil des vorliegenden Materials selbst gesammelt hat und der mit dem steten Interesse, das er

einer jeden paläobotanischen Unterschuchung schenkt, meine Arbeit verfolgt und mir viele unschätzbare Aufschlüsse erteilt hat, gestatte ich mir auch an dieser Stelle meine aufrichtige Dankbarkeit zu bezeugen.

Fossile Equisetaceen sind in den mesozoischen Bildungen Schonens sowohl im Rhät als im Lias angetroffen worden. Dahingegen kennt man solche weder aus der Kreide noch aus dem Keuper daselbst. In letzterer Formation fehlen überhaupt alle bestimmbaren Pflanzenreste, in ersterer sind solche sehr spärlich und schlecht erhalten, so dass das Fehlen von Equisetaceen nicht zu verwundern ist. Dagegen haben die meisten Ablagerungen im Rhät und Lias zahlreiche Exemplare dieser Pflanzen geliefert. In der Regel scheint jede Art auf eine Zone von verhältnismässig geringer Ausdehnung in vertikaler Richtung beschränkt zu sein. Um das Alter der verschiedenen Zonen kurz zu erklären und zu häufige Wiederholungen zu vermeiden, teile ich hier nach NATHORST und TÖRNEBOHM (1) eine Übersicht über die pflanzenführenden Ablagerungen im Rhät- Lias von Schonen mit.

Schema über die fossilführenden Zonen im Rhät-Lias.

Lias	(?) Kohle und Ton mit Pflanzenfossilien	Kurremölla.
	Cardium-Bank	Kurremölla, Rödalsberg.
	Ammonit-Bank	
	Avicula-Bank	Dompäng?
	Ostrea-Bank	
	Ablagerungen mit *Cyclas Nathorsti*	Hörs Sandstein.
	Cardinia-Bank	
	Mytilus-Bank	
Rhät	Zone mit *Nilssonia polymorpha* (Flora bei Pålsjö)	Pålsjö, Rödalsberg(?).
	» » *Dictyophyllum acutilobum* (Flora bei Helsingborg)	Helsingborg, Höganäs jünger.
	» » *Pullastra elongata* (die Pullastra-Bank)	Ramlösa, Helsingborger Ziegelei.
	» » *Thaumatopteris Schenki*	Das Liegende des Jean Molin Flözes bei Stabbarp.
	» » *Equisetites gracilis*	Das Hangende des oberen Flözes bei Bjuf, Billesholm, Bosarp und Skromberga sowie des Flözes der Neuen Unteren Grube bei Stabbarp.
	» » *Lepidopteris Ottonis*	Das Liegende des oberen Flözes bei Bjuf, Billesholm, Bosarp (und Skromberga).
	Camptopteris spiralis	Der untere Flöz bei Bjuf, Billesholm (Bosarp) und Skromberga; Tonschicht etwas unter dem Flöz der Neuen Unteren Grube bei Stabbarp.
	Dictophyllum exile	Unter dem unteren Flöz bei Bjuf und Skromberga.

Bevor wir zu einer Beschreibung des vorliegenden Materials übergehen, sei erst kurz auseinandergesetzt was man bisher von den mesozoischen Equisetaceen Schwedens kennt. Die erste Angabe, die auf diese Gewächse Bezug hat, wurde von SVEN NILSSON abgegeben. 1820 beschrieb und bildete er (1, Th. 2, S. 8, Taf. 5, Fig. 6) aus Hör ein Fossil ab, von dem ELIAS FRIES meinte, dass es als ein Monokotyledon gedeutet werden müsse und am ersten *Calamus* ähnlich sei. Das nämliche Exemplar wurde später unter dem Namen *Bajera scanica* von v. STERNBERG (1, Bd. 1, H. 4, S. 41 und XXVIII, Taf. 47, Fig. 2) beschrieben, der dasselbe gleichfalls für ein Monokotyledon hält. Die in Rede stehende Pflanze ist ersichtlich ein *Equisetites* und wird nachstehend unter dem Namen *E. scanicus* behandelt. HISINGER (1, S. 5, Taf. 38, Fig. 8) beschrieb 1840 gleichfalls von Hör ein anderes Pflanzenfossil unter dem Namen *Calamites hoerensis*. Dies ist sicher der Steinkern einer Equisetacee. SCHIMPER (1, S. 283) stellte dasselbe mit blättertragenden Exemplaren aus Höganäs zusammen und nannte es *Schizoneura hoerensis*. Es ist indessen eher anzunehmen, dass es nicht dahin gehört, sondern vielmehr der Steinkern von *Equisetites scanicus* ist. Alle späteren Angaben stammen von NATHORST. In seinen Monographien über die fossilen Floren bei Bjuf (1) sowie Höganäs und Helsingborg (2) behandelt er die *Schizoneura hoerensis* ausführlich. In letzterer Arbeit wird zum ersten Male *E. Münsteri* für Schweden erwähnt. In einem Aufsatz über die Schichtenfolge in den pflanzenführenden Ablagerungen in Schonen stellt er 1880 (3) noch eine neue Art *Equisetum gracile* auf, als charakteristisch für eine der pflanzenführenden Zonen. Eine Beschreibung wird doch weder hier noch später gegeben.

Neocalamites nov. gen.

Stamm gegliedert, hohl, mit glatter Oberfläche, inwendig gefurcht. Blätter in Wirteln, zahlreich, lang, schmal, halmenartig, 1-nervig, vollkommen frei von einander. Blätter in bedeutend geringerer Anzahl als die Furchen des Stammes, halb so viele oder weniger.

Ich habe es für zweckmässig gehalten aus der Gattung *Schizoneura* die *Sch. hoerensis* SCHIMP. und andere Arten mit konstant freien Blättern auszumerzen. Die Gründe werden weiter unten näher expliziert werden. Vorläufig werde ich folgende Spezies in die neue Gattung einreihen:

Neocalamites hoerensis (SCHIMPER) [*Schizoneura hoerensis* SCHIMPER].
» *Meriani* (BRONGN.) [» *Meriani* (BRONGN.) SCHIMPER].
» *Carrerei* (ZEILLER) [» *Carrerei* ZEILLER].

Neocalamites hoerensis (SCHIMPER).

Taf. 1 und 2.

1869. *Schizoneura hoerensis* (HISINGER) SCHIMPER (1, S. 283).
1878. *Schizoneura hoerensis*, NATHORST (1, S. 24, Taf. X, Fig. 6—8).
1878. *Schizoneura hoerensis*, NATHORST (2, S. 9, Taf. I, Fig. 1—4).

Die Spezies wurde von SCHIMPER (1, S. 283) 1869 nach Exemplaren aufgestellt, die er von SVEN NILSSON seinerzeit erhalten hatte. Unter diesen befand sich ein blätter-

tragender Spross und dieser ist es auf Grund dessen SCHIMPER die Spezies der *Schizoneura* zuführt. Er gibt an, dass dieses Exemplar aus Hör stamme, aber wie NATHORST bemerkt, hat hier eine Verwechslung stattgefunden, und es stammt in Wirklichkeit von Höganäs. NATHORST (2, Taf. 1, Fig. 4) bringt eine Abbildung desselben.

SCHIMPER identifiziert mit diesem blättertragenden Exemplar die Steinkerne einer Equisetacee, die von HISINGER (1, S. 5, Taf. 38, Fig. 8) aus Hör unter dem Namen *Calamites hoerensis* beschrieben worden ist, und die Art wird demnach *Schizoneura hoerensis* (HISINGER) SCHIMPER genannt. HISINGERS Figur ist, wie NATHORST (1, S. 25) dargetan nach zwei einzelnen Stücken zusammengestellt, die beide in der paläobotanischen Abteilung des Reichsmuseums zu Stockholm aufbewahrt werden. Die Oberfläche der Steinkerne ist glatt, nur an den Noden ist eine Andeutung von Furchen zu sehen. Ich habe auf Taf. 7 in Fig. 23, 24 HISINGERS Originalexemplare abgebildet. Es scheint nicht der geringste Grund vorhanden, diese ziemlich schlecht erhaltenen Steinkerne für mit dem blättertragenden Exemplar aus Höganäs zusammengehörig anzusehen, und *Calamites hoerensis* HISINGER ist zweifelsohne als Synonym dieser Art zu streichen. Bei Hör sind verschiedene andere Steinkerne gefunden worden, die eine gefurchte Oberfläche zeigen mit an den Noden bald superponierten bald alternierenden Furchen und in vielem an die Steinkerne der *Neocalamites hoerensis* erinnern. Ihre Identität mit denselben ist jedoch keineswegs bewiesen: sie können ebensowohl einer *Equisetites* angehören, da auch diese Gattung ähnliche Steinkerne hatte. Letzteres ist um so wahrscheinlicher, als sich unter den zahlreichen Abdrücken von Equisetaceen, die im Ton bei Hör angetroffen worden sind, kein einziges Exemplar mit Blättern oder Blattnarben wie bei *Neocalamites hoerensis* findet. Die Ablagerungen bei Hör sind auch viel jünger (unterer Lias) als diejenigen, in welchen *N. hoerensis* gefunden worden ist. Es ist daher sehr zu bedauern, dass der Speziesname *hoerensis* beibehalten werden muss, da die Spezies aller Wahrscheinlichkeit nach bei Hör nicht vorkommt.

NATHORST führt als Synonyme für die betreffende Art auch *Calamites Lehmannianus* GOEPPERT (1, Taf. 1, Fig. 1-3) und *C. Gümbeli* SCHENK (1, S. 10, Taf. 1, Fig. 8—10) an, welche beiden nach der eigenen Angabe SCHENKS (1, S. 133) identisch sind, obgleich sie von SCHIMPER (1) als eigene Spezies unter *Equisetum* aufgenommen werden. GOEPPERTS Abbildungen von *Calamites Lehmannianus* stellen nur Steinkerne dar. Diese *können* freilich zu *Neocalamites hoerensis* gehören, aber ein bestimmter Charakter, welcher zeigt, dass sie mit dieser Spezies oder auch nur dieser Gattung etwas gemein haben, ist nicht vorhanden. SCHIMPER (1) führt sie ja auch zu *Equisetum*. SCHENKS Abbildungen von *Calamites Gümbeli* zeigen gleichfalls gefurchte Stämme mit teils superponierten, teils alternierenden Leisten. An einem der Exemplare (1, Taf. 1, Fig. 10) befinden sich an den Noden ovale bis trianguläre Knötchen, welche nach NATHORST (1, S. 25) Blattnarben sind, wobei zu bemerken ist, dass das Exemplar verkehrt herum orientiert worden ist. Diese Blattnarben, wenn es solche sind und die Figur richtig ist, zeigen mit aller Deutlichkeit, dass die Pflanze nicht mit *Neocalamites hoerensis* identisch sein kann, denn ihre Anzahl ist gleich der der Leisten am Stamme, während bei letzterer Spezies konstant mindestens zwei Furchen auf jede Blattnarbe kommen, wenigstens an den dickeren Stämmen. Das Aussehen der Blattnarben ist auch ein ganz anderes. Wenn

Calamites Lehmannianus und *C. Gümbeli* identisch sind, sind also beide als Synonyme für *Neocalamites hoerensis* zu streichen. Auch *Calamites hoerensis* SCHENK (1, S. 12, Taf. 7, Fig. 1) hat, wie NATHORST (1, S. 25) gezeigt, mit *N. hoerensis* nichts zu schaffen. Ebensowenig ist irgend ein Grund vorhanden *Calamites posterus* DEFFN. ET FRAAS oder *Arundinites priscus* BRAUNS und *A. dubius* BRAUNS, welche von SCHENK. (1, S. 12) als mit seinem *Calamites hoerensis* identisch angegeben werden, für synonym mit *Neocalamites hoerensis* anzusehen.

Alles in allem kann nicht eines der älteren Synonyma, die unter *Schizoneura hoerensis* aufgeführt zu werden pflegen als irgendwie sicher mit demselben zusammengehörig angesehen werden. Die älteste Angabe, die auf diese Pflanze abzielt, ist demnach die Diagnose, die SCHIMPER in seinem Traité gibt.

Von *Neocalamites hoerensis* sind sowohl plattgedrückte Steinkerne und Abdrücke von älteren Stämmen als auch zartere, blättertragende Sprossteile recht reichlich in den rhätischen Ablagerungen Schonens gefunden worden. NATHORST bringt in seinen Monographien über die fossilen Floren der Kohlenfelder bei Bjuf (1) wie auch Höganäs und Helsingborg (2) Abbildungen von beiden.

Die älteren Stammfragmente können eine bedeutende Grösse erreichen. Das grösste Exemplar (von Skromberga) hat ein Internodium von 12 cm. Länge mit einer Breite von 4,5 cm. auf dem Abdruck. Die relative Länge der Internodien wechselt sehr. Für das Verhältnis zwischen Breite und Länge haben sich unter anderm folgende Zahlen ergeben (in Centimetern): 0,2—1,2; 0,5—6,5; 1,5—4,5; 2,5—6,5, 3—3. Im allgemeinen dürfte der Hauptspross verhältnismässig kurze und breite Internodien haben. Die Exemplare mit langen, schmalen Internodien gehören wohl in der Regel den Zweigen an.

An den zarteren Exemplaren ist der Stamm häufig bei den Noden erweitert. Vielleicht beruht dies nur darauf, dass die Diaphragmen am Nodus die Schrumpfung verhindert haben, welche die hohlen Stämme im übrigen erfahren haben. Allem Anschein nach, ist nämlich die centrale Aushöhlung des Stammes sehr weit und die Wände ringsum dieselbe ziemlich dünn gewesen. An solchen Exemplaren, welche sowohl einen Steinkern als auch Abdrücke von der äusseren Fläche zeigen, ist die Kohlenschicht zwischen beiden stets sehr dünn.

An den älteren Stämmen ist fast immer die äusserste glatte Schicht verschwunden und die Oberfläche durch den Abdruck der Leitbündel des Centralcylinders gefurcht. Taf. 1, Fig. 2 zeigt ein am Nodus abgebrochenes Stück von einem blättertragenden Stamm mit der noch vorhandenen äusseren glatten Oberfläche. Dieses Exemplar bildet mutmasslich eine abgelöste Partie der Rinde mit daransitzenden Blättern. Die Anzahl Furchen und Rippen wechselt je nach der Dicke des Stammes. An den dickeren Exemplaren sind in vielen Fällen auf dem Abdruck 60 Leisten zu sehen. Die ganze Anzahl dürfte demnach mindestens 120 betragen.

An Abdrücken von der entrindeten Fläche kann man wahrnehmen, dass die Rippen, die wohl den Abdrücken von den Markstrahlen entsprechen, bei stärkerer Vergrösserung eine charakteristische Skulptur aufweisen, wie bei *b* in Fig. 10, Taf. 2 ersichtlich ist. Diese besteht aus kleinen rechteckigen Feldern, in der Richtung des Stammes gestreckt, welche wohl der parenchymatösen cellulären Struktur der Markstrahlen entsprechen.

Die Furchen sind dahingegen sehr fein längsgestreift und stellen wohl Abdrücke der Leitbündel dar. An den mit einem Kohlenüberzug versehenen Steinkernen zeigt sich die rechteckige Skulptur merkwürdig genug in den Furchen und nicht wie man hätte erwarten können an den Rippen. Dies ist aus Fig. 10, Taf. 2 ersichtlich. Bei *b* ist der Abdruck der äusseren Fläche, bei *a* die Oberfläche der plattgedrückten Ausfüllung des Inneren des Stammes mit der rechteckigen Skulptur in den Furchen. Am Gegenstück kann man wahrnehmen, dass die mit gleicher Skulptur versehenen Partien am Steinkern und an der äusseren Oberfläche einander gegenüberstehen. Einer Rippe am Steinkern entspricht demnach eine Furche auf dem Abdruck. Wie dieses eigentümliche Verhältnis zu erklären ist, vermag ich nicht zu entscheiden, da leider so gut wie nichts vom anatomischen Bau des Stammes bekannt ist. Man sollte doch meinen, die Leitbündel müssten auf jeden Fall sowohl am Steinkern als auch auf dem Abdruck der Aussenfläche als Furchen hervortreten.

Es ist bemerkenswert dass Prof. ZEILLER an der nahestehenden *Neocalamites Carrerei* (ZEILL.) aus Tonkin eine ähnliche Skulptur gefunden hat. Die betreffenden Exemplare sind Steinkerne, und die Skulptur, die einer cellulären Struktur entsprechen sollte, tritt wie bei *N. hoerensis* in den Furchen auf. Wie es sich auf den Abdrücken verhält, ist mir nicht bekannt. ZEILLER wirft als eine Möglichkeit hin, dass der Stamm ganz krautig gewesen ist, und dass die Rippen am Steinkern den Carinalkanälen entsprechen können. In Ermangelung anatomischer Fakta kann indessen das Verhältnis nicht befriedigend erklärt werden.

Wie bekannt verhalten sich bei *Neocalamites hoerensis* — gerade wie bei anderen Arten von *Neocalamites* und *Schizoneura* — die Leisten an den Noden unregelmässig, indem sie bald alternieren, bald in unveränderter Richtung die Nodial-Linie durchqueren. Fig. 7—9, Taf. 2 zeigen einige Variationen von diesem Verhalten. An den Noden sind die Längsleisten mit Querleisten verbunden, welche bald rechtwinklig bald mehr schräg laufen. In der Anordnung der Leisten an den Noden liegt eine gewisse Ähnlichkeit mit den paläozoischen Calamiten, eine Ähnlichkeit, die durch das Verhalten der Blattnarben noch mehr erhöht wird.

Die Blattnarben treten auf Abdrücken von der entrindeten äusseren Oberfläche des Stammes als kleine rundliche Vertiefungen hervor. Die Anzahl derselben wechselt je nach dem Alter und der Dicke des Stammes, aber es sind stets bedeutend weniger als Leisten. Ich finde, dass ein ähnliches Verhältnis schon zuvor von ZEILLER für *Neocalamites Carrerei* (ZEILL.) angemerkt worden ist, wie er gleichfalls bemerkt, dass laut einer Abbildung bei NATHORST (2, Taf. 1, Fig. 1) das Verhältnis bei *N. hoerensis* das gleiche sein dürfte. Ich kann diese Mutmassung durchaus bestätigen; doch scheinen die Blattnarben bei der Schonener Spezies in noch geringerer Anzahl vorhanden zu sein und sich zu den Leisten ungefähr wie 1: 2—1: 3 zu verhalten. An den dickeren Stämmen scheint der Unterschied in der Anzahl grösser gewesen zu sein, an den Zweigen kleiner. An den allerzartesten Zweigen kann möglicherweise die Anzahl Blätter und Leitbündel gleich gewesen sein. NATHORST (2, S. 10) lenkt die Aufmerksamkeit hierauf, und das von ihm abgebildete Exemplar (2, Taf. 1, Fig. 3) scheint diese Meinung bis zu einem gewissen Grade zu bestätigen.

Dass Blattnarben und Leisten nicht gleicher Anzahl sind, ist recht bemerkenswert. Vorausgesetzt dass alle Leitbündel Blattspuren sind, muss ersichtlich ein jedes derselben mindestens zwei Internodien durchlaufen, bevor es in das Blatt hinaustritt. Hiermit dürfte wohl auch das unregelmässige Verhalten der Leisten an den Noden zusammenhängen. Wie ZEILLER angedeutet hat, liegt hierin eine unzweideutige Ähnlichkeit mit dem Bau einer ganzen Reihe paläozoischer Calamiten und eine erhebliche Abweichung von *Equisetum*. Es ist nicht unmöglich, dass auch andere Arten von *Neocalamites* und *Schizoneura* sich ebenso verhalten können. Die vorhandenen Abbildungen bringen wohl keine sicheren Beweise hierfür, mir scheint aber, als ob manche der Figuren, die SCHOENLEIN (1) von dem nahestehenden *Neocalamites Meriani* gibt, in dieser Richtung deuteten. Noch mehr gilt dies von einigen der Abbildungen COMPTERS (1). Auch einige der Abbildungen FEISTMANTELS (3) von *Schizoneura gondwanensis* FEISTM., so z. B. Taf. 7A, Fig. 2, 8A, Fig. 2, deuten möglicherwise dasselbe an.

Die Anzahl der Blätter ist sehr wechselnd. An dickeren Exemplaren finden sich bis zu 24 Blattnarben auf dem Abdruck; die ganze Anzahl kann demnach mindestens 48 betragen haben. Die zarteren Exemplare haben viel weniger Blätter. Taf. 2, Fig. 6 zeigt ein kleines Fragment von einem Zweig, wo der unterste Blattwirtel an der einen Seite des Stammes 6 Blätter zeigt. Die Blätter in den auf einander folgenden Wirteln alternieren, jedoch nicht völlig so regelmässig wie bei *Equisetum*. Die Blätter sind lang, lineal, halmenartig und ein jedes mit einem feinen aber deutlichen einfachen Nerven versehen. Ihre Länge beträgt an dickeren Exemplaren bis zu 12 cm. Vermutlich waren sie viel länger, da sie am abgebrochenen Ende immer noch die gleiche Breite haben. Die Breite variiert zwischen 1 und 2,5 mm., gewöhnlich beträgt sie 1,5 mm. Das kleine Exemplar Taf. 2, Fig. 6 hat Blätter von nur 1 mm. Breite, während sie an einem von NATHORST (2, Taf. 1, Fig. 3) abgebildeten Exemplar eine Breite von 2,5 mm. erreichen. Beides sind jedoch Ausnahmefälle.

Die Blätter sind stets ihrer ganzen Länge nach vollständig von einander getrennt. An dem Exemplar Taf. 1, Fig. 2 ist ersichtlich, dass sie nicht einmal an der Basis selbst eine zusammenhängende Scheide bilden, wenn sie auch sehr dichtstehend sind. Es ist bemerkenswert dass das Exemplar Taf. 2, Fig. 6, das ersichtlich die jüngste Spitze eines Zweiges darstellt, gleichfalls die Blätter völlig frei von einander hat. Alles in allem ist es ziemlich sicher, dass die Blätter niemals, ausser möglicherweise in der Knospenlage, eine zusammenhängende Scheide gebildet haben.

Die zarten Exemplare, welche zahlreich unter den dickeren Stämmen anzutreffen sind, dürften wohl Seitenzweige darstellen. Es ist indessen sehr selten, dass ein Zweig in Verbindung mit dem Muttenspross angetroffen wird, und ebenso sind Astnarben sehr ungewöhnlich. Taf. 1, Fig. 1 und Taf. 2, Fig. 5 zeigen die einzigen Exemplare, an welchen vom Stamme ausgehende Zweige gefunden worden sind. Beide haben nur je einen einzigen Zweig an oder unmittelbar unter der Nodiallinie angeheftet. Freilich können möglicherweise bisweilen mehrere Zweige vorhanden gewesen sein. Es hat indessen den Anschein als sei es in der Regel nur einer (oder möglicherweise zwei gegenständige) gewesen, wie auch nur ganz wenige Noden überhaupt irgendwelche Zweige tragen. Jedenfalls sind sie nicht in Wirteln rund um den Stamm herum an

jedem Nodus gestellt gewesen. Die Zweige haben, wie oben dargetan wurde, in der Regel lange und schmale Internodien. An den Noden sind sie erweitert und wie u. a. aus Taf. 2, Fig. 4 ersichtlich, bisweilen knieförmig gebeugt. Auch andere Arten von *Neocalamites* und *Schizoneura* zeigen nur eine sehr spärliche Verzweigung, obgleich SCHIMPER sie in seiner restaurierten Figur (SCHIMPER et MOUGEOT, 1, Taf. 24) in Wirteln von jedem Nodus ausgehen lässt. FEISTMANTEL bildet in seiner Arbeit über die fossile Flora der Damuda- und Panchetablagerungen des Gondwanasystemes in Indien (3, Taf. 5 A, Fig. 3) nur ein einziges zweigtragendes Exemplar von *Schizoneura gondwanensis* ab, und dieses gleichfalls mit einem einzelnen Zweig vom Nodus ausgehend, gerade wie bei *Neocalamites hoerensis.*

Auf der Photographie, Taf. 1, Fig. 1 ist rechts ein Fragment zu sehen, das möglicherweise zum Rhizom dieser Pflanze gehören kann. Dasselbe zeigt eine glatte Oberfläche und ein paar Narben nach irgend einer Art seitlichem Anhang, welche mutmasslich einen Nodus kennzeichnen.

Die organische Substanz ist an den Abdrücken von den Zweigen in vielen Fällen in Form eines Kohlenüberzuges erhalten. Gewöhnlich zeigt dieser keine Struktur, aber das Exemplar Taf. 2, Fig. 3, dessen Zusammengehörigkeit mit dieser Art allerdings nicht ganz sicher aber immerhin sehr wahrscheinlich ist, bildet hiervon eine Ausnahme. An diesem Exemplar ist die Epidermisschicht als feste Haut beibehalten, welche nach Behandlung mit Eau de Javelle die Zellstruktur beibehalten zeigt. Das Zellgewebe (Taf. 1, Fig. 4; Taf. 2, Fig. 11) besteht aus rechteckigen Zellen, ausgestreckt in der Längsrichtung des Stammes. Die Wände sind dick und recht uneben. Das Aussehen erinnert sehr an den Bau der Epidermis des *Equisetum.* Das Zellgewebe ist indessen um den ganzen Stamm herum gleichförmig und zeigt keine Längsreihen von verschieden geformten Zellen wie an der Oberfläche der gefurchten Stämme von *Equisetum.* Es ist ferner bemerkenswert, dass die Epidermis keine Spaltöffnungen hat. Beim *Equisetum* ist ja das Zellgewebe verschieden ausgebildet an den Riefen und in den Rillen, indem letztere an den grünen Sprossen Reihen von Spaltöffnungen zeigen. Diese Abweichung steht in gutem Einklang mit dem Bau der Pflanze im übrigen. Da die *Neocalamites hoerensis* wirkliche Blätter mit gut ausgebildeten Scheiben hatte, brauchte die Oberfläche des Stammes nicht wie beim *Equisetum* für Assimilierung und Transpiration in Anspruch genommen zu werden, und daher fehlen auch Spaltöffnungen hier.

Es sind keine Fruktifikationsorgane im Verein mit den vegetativen Teilen angetroffen, und es ist sehr unwahrscheinlich, dass irgend einer der isolierten Sporophyllstände von Equisetaceen, die weiter unten beschrieben werden sollen, dieser Pflanze angehören können.

Was die Verwandtschaft mit anderen Arten anbelangt, so hat schon SCHIMPER die nahe Übereinstimmung mit *Neocalamites Meriani* (BRONGN.) aus dem Keuper hervorgehoben. Die wichtigste Abweichung von dieser sollte in den verhältnismässig längeren Internodien und den schmäleren Blättern liegen, deren Breite bei *N. Meriani* nach SCHIMPER 2—4 mm. beträgt. Ich muss gestehen, dass ich manche von den Abbildungen, die von dieser Spezies veröffentlicht sind, nicht von *N. hoerensis* zu unterscheiden vermag. So könnten ein paar von SCHOENLEINS (1) Abbildungen, z. B. Taf. 6, Fig. 1,

ebensowohl diese letztere Art vorstellen. In der Regel sind wohl doch die Blätter bei *N. Meriani* bedeutend breiter, und die beiden Arten dürften wohl, wenigstens vorläufig, auseinanderzuhalten sein, um so mehr als letztere wesentlich älteren Ablagerungen angehört.

Eine vielleicht noch nähere Übereinstimmung mit *N. hoerensis* zeigt *N. Carrerei* (ZEILLER). Diese zeichnet sich hauptsächlich durch kürzere und schmälere (1—1,5 mm) Blätter aus. Wie meine Taf. 2, Fig. 6 zeigt, können die Blätter an den Zweigen von *N. hoerensis,* wenn auch nur in Ausnahmefällen, eine Breite von nur 1 mm zeigen. Das von NATHORST (2, Taf. 1, Fig. 3) abgebildete Exemplar steht mit einer Breite der Blätter von 2,5 mm. ganz allein. Ein Unterschied scheint mir auch darin zu liegen, dass die Anzahl Blattnarben im Verhältnis zu den Leisten bei *N. Carrerei* grösser ist als bei *N. hoerensis,* wo das Verhältnis zwischen beiden im allgemeinen 1: 2,5 ist. Wenn die Abweichungen auch nicht so gross sind, halte ich mich doch nicht für berechtigt die beiden Spezies zusammenzuführen, trotz der grossen Übereinstimmung im übrigen zwischen den beiden Floren, denen sie angehören.

Neocalamites hoerensis ist in Schweden an folgenden Örtlichkeiten angetroffen worden: Höganäs älteres und jüngeres, Helsingborg, Bjuf, Vallåkra (?), Skromberga, Hyllinge, Bosarp. Ein paar Fragmente von Kurremölla können möglicherweise auch hierhergehören. Die sicheren Fundorte gehören sämtlich der rhätischen Formation an. Wie erwähnt scheint die Spezies bei Hör zu fehlen, und es ist recht unwahrscheinlich, dass sie irgendwo in den Lias herauf gereicht hat, wennschon MÖLLER (1) ein sehr unvollständiges Fragment aus den Lias-Ablagerungen auf Bornholm auf diese Spezies zurückführt. Wie es sich mit den zahlreichen Funden von Steinkernen, die angeblich dieser Spezies angehören, verhält, ist nicht leicht zu sagen. Die Schwierigkeit nur auf Grund von Steinkernen, so weit keine Blattnarben vorhanden sind, zu entscheiden, ob wirklich die betreffende Spezies oder auch nur die Gattung und nicht ebenso lieb eine *Equisetites,* vorliegt, kann doch nicht genug betont werden. Es ist wohl anzunehmen, dass diese Schwierigkeit etwas mit der umfangreichen Verbreitung zu tun hat, die sonst dem *Neocalamites hoerensis* zugesprochen wird.

Vorstehend wurde erwähnt, dass die Blätter der *Neocalamites hoerensis* mit aller Sicherheit stets frei von einander waren, und dass nichts für das Vorkommen, in irgend einem Stadium, von einer zusammenhängenden Scheide spricht wie sie den Hauptcharakter von SCHIMPERS Gattung *Schizoneura* bildet. Ein gleiches gilt sicherlich auch von *Schizoneura Meriani* (BRONGN.) SCHIMPER und *Sch. Carrerei* ZEILLER, welche ja der schwedischen Art sehr nahe stehen. Es ist auch mehrfach darauf aufmerksam gemacht worden, dass diese Arten eine freistehende Gruppe bilden, die von den übrigen Spezies in der Gattung abweicht, und dass *Schizoneura* ein ziemlich unpassender Name für dieselben ist. So sagt, um nur einige Beispiele anzuführen, POTONIÉ (2, S. 551): »Es ist ein Verlegenheitsausweg, diese Art [*Sch. Meriani*] bei *Schiz.* unterzubringen, ebenso ist es mit *Schiz. hoerensis* (HISINGER) SCHIMP. . . Diese Art und *Schiz. hoerensis* werden aus den angegebenen Gründen von manchen Autoren zu *Calamites* gestellt.» Es wollte mir scheinen, als sei es eine Notwendigkeit diese jetzt genannten Spezies aus der Gattung *Schizoneura* auszumerzen, wenn diese eine sichere Begrenzung soll erhalten und in dem

Sinne aufgefasst werden können, den SCHIMPER derselben ursprünglich gab. Dass die erwähnten Arten eine gewisse Übereinstimmung mit den Calamiten zeigen, ist gleichfalls häufig betont worden. STUR, der hervorragende Kenner der paläozoischen Calamarien, schrieb noch 1888 (1) *Calamites Meriani*, lange nachdem SCHIMPER diese Pflanze zu *Schizoneura* gestellt hatte. Später sind mehrere Ähnlichkeiten mit den Calamiten angeführt worden, z. B. in Bezug auf das Verhältnis zwischen Blättern und Leitsträngen u. s. w., von ZEILLER für *Neocalamites Carrerei* und hier vorstehend für die schwedische Spezies. Der Name *Neocalamites* den ich oben für diese Spezies vorgeschlagen habe, soll auf diese Übereinstimmung hinweisen, ohne andererseits eine allzu nahe Verwandtschaft mit diesen eventuellen Vorfahren zu besagen.

Equisetites laevis n. sp.

Taf. 3, Fig. 1—11.

Stamm auf dem Abdruck meist 3—5 cm. breit. Länge der Internodien 5 cm oder mehr. Oberfläche des Stammes vollständig glatt, ohne irgendwelche Leisten oder Furchen. Die äusseren Schichten des Stammes von einer festen, lederartigen Konsistenz. Blattscheiden nicht beibehalten, mutmasslich leicht vergänglich. Anzahl der Blätter 24—30, am gewöhnlichsten 24. Die Kommissuralfurchen ungefähr 1 cm unter dem Nodus fortsetzend, gewöhnlich kürzer. Die erhaltenen Basalteile der Zähne ungefähr 3—5 mm. breit.

Von Bjuf liegen verschiedene Exemplare dieser Art vor. Sie sind leider immer fragmentarisch, obschon sonst gut beibehalten. Die grössten messen auf dem Abdruck nahezu 5 cm in der Breite, ohne vollständig zu sein. Am kleinsten ist die in Taf. 3, Fig. 8 abgebildete herabgedrückte Blattscheide, mit einem Durchmesser von kaum 2 cm. Im allgemeinen dürfte der Stamm einen Durchmesser von 3—4 cm gehabt haben. Nur in einem einzigen Falle ist an einem Exemplar mehr als ein Internodium erhalten. Der Abstand zwischen den Noden ist an diesem 5 cm. Da alle anderen Exemplare kürzer sind, ist es möglich, dass die Länge der Internodien im allgemeinen nicht viel grösser gewesen ist. Die Kommissuralfurchen setzen ein kurzes Stück unter dem Nodus fort, höchstens 1 cm, aber gewöhnlich weniger. Sie sind am besten an dem verkohlten Überzug zu sehen, wo sie als recht tiefe, scharf gekielte Rillen hervortreten. Von den Blattscheiden ist in der Regel nur die eigentliche Basis erhalten. Gewöhnlich sind die Stämme am Nodus selbst abgebrochen, aber auch das untere Internodium des Exemplares Fig. 6, Taf. 3 zeigt keine Scheide. Es hat daher den Anschein, als ob dieselbe sehr vergänglich oder vielleicht infolge eingebetteter Kieselerde sehr gebrechlich gewesen ist. Im übrigen scheint die äusserste Schicht des Stammes einen sehr festen, lederartigen Bau gehabt zu haben. Die organische Substanz ist an den meisten Exemplaren als dicker und fester, beinahe glänzender, schwarzer Überzug erhalten. Auf demselben sind dichtstehende sehr feine, helle Punkte zu sehen, welche Vertiefungen in der Epidermis zu bilden scheinen. Ich habe versucht durch Behandlung mit Eau de Javelle Präparate aus dem verkohlten Überzug herzustellen. Nur die äussere Cuticula selbst ist erhalten und eine Zellstruktur ist nicht wahrzunehmen. Dagegen ist eine sehr feine Skulptur von dem Aussehen, wie es Taf. 3, Fig. 11 veranschaulicht, vorhanden.

Die Anzahl Blätter in der Scheide dürfte von 24 bis 30 wechseln. In den aller meisten Fällen hat sich konstant herausgestellt, dass es 24 waren. Eine grössere Anzahl (ungef. 30) zeigt eigentlich nur das Exemplar Fig. 1, Taf. 3, das sich im übrigen durch ungewöhnlich schmale Blätter auszeichnet. Im allgemeinen ist die Breite derselben zwischen den Kommissuralfurchen am Nodus gemessen, 3—5 mm.

Die Diaphragmen scheinen einen recht festen Bau gehabt zu haben. Auf Taf. 3, Fig. 10 ist ein sehr gut erhaltenes Diaphragma abgebildet. Man sieht auf demselben ein Mittelfeld von 1,5 cm. Durchmesser, umgeben von zwei konzentrischen Gürteln. Der innere derselben zeigt eine feine Radialstreifung von dichtstehenden Furchen. Der äussere entspricht dem Basalteil der Blattscheide und ist in eine Anzahl Felder, den Blättern in denselben entsprechend, eingeteilt.

Zweige sind nicht angetroffen und auch keine Astnarben. Auch die Fruktifikationsorgane sind unbekannt.

Ich war etwas im Zweifel, ob die Exemplare von Bjuf als eine besondere Art aufzuführen und nicht lieber unter *Equisetites scanicus* (STERNB.) zu bringen sind, wie nachstehend geschildert werden wird. Gewöhnlich haben sie ein ganz anderes Aussehen, aber es gibt kaum irgend welche distinkte Charaktere, die sie von der letzteren Spezies unterscheiden, und es ist nicht ganz ausgeschlossen, dass die Verschiedenheit zum Teil von der verschiedenen Art der Bewahrung herrührt. Es sind hauptsächlich folgende Kennzeichen, welche *E. laevis* vor der anderen Spezies auszeichnen. Die Blätter in der Scheide sind breiter (zumeist 3—5 mm), und letztere immer gleichsam glatt abgeschnitten am oder unmittelbar über dem Nodus. Die Internodien sind möglicherweise auch relativ kürzer gewesen. Ferner scheint die Epidermis einen festeren Bau gehabt zu haben. Es sind, wie man sieht, sehr schwebende Charaktere, da aber keine wirkliche Übergänge vorhanden sind und jede der Formen auf ihr Gebiet beschränkt ist, scheint es mir am besten sie getrennt zu halten. Und zwar um so mehr, als *E. laevis* aus den allerältesten rhätischen Ablagerungen, *E. scanicus* aus dem unteren Lias herstammt, und die Floren beider Örtlichkeiten nur wenige gemeinsame Arten aufweisen. Mit *Equisetites platyodon* BRONGN. aus dem Keuper bietet diese Art eine recht grosse Ähnlichkeit dar. Erstere hat doch bedeutend grössere Dimensionen, eine grössere Anzahl Blätter (30—40) und besser erhaltene Scheiden.

In einer Sammlung aus den triassischen Ablagerungen bei Lunz in Österreich, welche von der paläobotanischen Abteilung des Nat. Reichsmuseums zu Stockholm erworben wurde, findet sich ein Exemplar des nicht beschriebenen *Equisetum majus* STUR. (Die Bestimmung basiert auf einer Angabe des Bergbauleiters HABERFELNER). Dieses Exemplar erinnert stark an *E. laevis*, nur dass es grösser ist, mit breiteren, gut erhaltenen Blättern in der Scheide. Andererseits scheint es doch noch mehr mit *E. platyodon* übereinzustimmen.

Im ganzen genommen nimmt *E. laevis* eine intermediäre Stellung zwischen der letztgenannten triassischen Spezies und *E. scanicus* aus dem Lias ein.

E. laevis ist bisher nur im »Klinkerton» bei Bjuf (pflanzenführende Schicht α) unter dem unteren Flöz und mutmasslich bei Billesholm (ein kleines Fragment) gefunden worden.

Equisetites gracilis (NATHORST).

Taf. 3. Fig. 12—18.

1880. *Equisetum gracile* NATHORST (3, S. 278).

Diese Spezies wurde von NATHORST in der Zoneneinteilung von den kohlenführenden Ablagerungen Schonens aufgestellt, die er 1880 herausgab. Der Name wurde nur provisorisch gegeben um eine Art zu bezeichnen, die eine gewisse Zone in der Ablagerungsserie charakterisiert, und war nicht von einer Beschreibung begleitet.

Die oberirdischen Stämme sind auf den Abdrücken etwa 3—4 mm. breit. Die Länge der Internodien ist an den vorliegenden Exemplaren 8—14 mm. Der Stamm ist undeutlich gefurcht mit Leisten gleicher Anzahl wie die Blattzähne. Zweige oder Narben von solchen sind nicht angetroffen. Die Blattscheiden erreichen nebst den freien Zähnen bis zu 3—4 mm. Länge. Der untere, zusammenhängende Teil ist recht kurz, und die Zähne nehmen gewöhnlich $^2/_3$ der Länge der Scheide ein. Die Kommissuralfurchen erstrecken sich nicht oder unbedeutend unter die Nodiallinie. Die Zähne sind ausgezogen, spitzig, schmal triangulär bis lanzettlich. Die Anzahl derselben ist 8—10, am gewöhnlichsten 8. Sie zeigen keine Spur von einem Mittelnerven. Die Blattscheiden stecken an den vorliegenden Exemplaren durch ihre schwarze Farbe scharf von der im übrigen hell gelbbraunen Oberfläche des Stammes ab.

Unmittelbar unter jedem Nodus oder ein längeres Stück unter demselben ist eine runde Scheibe sichtbar ähnlich denen, die so häufig bei fossilen Equisetaceen vermerkt worden und am bekanntesten bei *Equisetites lateralis* PHILLIPS sind. Der Durchmesser derselben ist kleiner als die Breite des Stammes auf dem Abdruck, cirka 2—3 mm. In der Mitte zeigt sie einen runden Ring und von diesem laufen radiierende Linien nach der Peripherie. Das Ganze erhält dadurch in etwas das Aussehen eines Rades, aber der Rand ist zwischen den Strahlen ausgebuchtet, wie in Fig. 15, Taf. 3 ersichtlich. Es sind ebenso viele Strahlen wie Zähne der Scheide, und an dem eben erwähnten Exemplar hat es den Anschein, als ständen sie in irgend einem Zusammenhang mit diesen.

Diese scheibenartigen Bildungen sind ja bei anderen Arten Gegenstand verschiedener Deutungen gewesen. In diesem Falle wenigstens sind es sicher Diaphragmen, die bei der Fossilwandlung ein Stück unterhalb der Noden lose im Stamme liegen geblieben sind. Die Ähnlichkeit mit Diaphragmen anderer *Equisetites*-Arten sowie die nahe Verbindung, die sie z. B. an dem Exemplar Taf. 3, Fig. 15 mit der Blattscheide zeigen, dürfte dies ausser Zweifel stellen. Der Durchmesser ist auch nicht viel kleiner als der des noch nicht plattgedrückten Stammes. Durch den centralen Ring, die radiierenden Strahlen und den ausgebuchteten Rand weichen sie indessen von den Diaphragmen der heutigen *Equisetum*-Arten bedeutend ab.

Ausser den nun beschriebenen Stämmen, die sicher über der Erde gewachsen sind, sind auch ein paar Exemplare vorhanden, die dem Rhizom anzugehören scheinen. Diese haben ungefähr dieselben Dimensionen wie die nun beschriebenen. Die Noden sind undeutlicher und die Blattscheiden nicht erkennbar. Diaphragmen sind an diesen Exemplaren nicht gefunden worden. Vielleicht waren hier wie häufig im Rhizom von *Equi-*

setum die Internodien solid, ohne Centralhöhlung. Die Exemplare sind reich verzweigt. Das auf Taf. 3, Fig. 17 abgebildete zeigt teils einen Zweig von nahezu gleichem Durchmesser wie der Hauptspross, teils schwächere, recht undeutliche Zweige, die in einem Wirtel an den Noden abzugehen scheinen. Von dem linken Zweig des Exemplares Taf. 3, Fig. 17 geht an einem der Noden ein feiner, wurzelähnlicher Anhang aus, an welchem keine Noden zu sehen sind. Ähnliche Fäden werden auch isoliert reichlich angetroffen und zeigen niemals Noden.

Durch ihre geringe Grösse und wenigen Blätter nimmt *E. gracilis* eine ziemlich freistehende Stellung ein. Die grösste Übereinstimmung zeigt sie mit zwei von Raciborski aus Polen beschriebenen Spezies, vor allem mit *Equisetum blandum* Raciborski (4, Taf. 27, Fig. 17—27) und in geringerem Grade mit *E. Renaultii* Racib. (4, Taf. 27, Fig. 1—14). Letztere Spezies hat auch Diaphragmen von ähnlichem Aussehen.

E. gracilis ist teils bei Skromberga im Hangenden des oberen Flözes, teils bei Stabbarp in der entsprechenden Ablagerung (im Hangenden der Neuen Unteren Grube) gefunden worden.

Equisetites praelongus n. sp.

Taf. 3, Fig. 19—26; Taf. 4, Fig. 1—16.

Die Internodien des Stammes gewöhnl. 5—10 cm. lang, auf dem Abdruck bis 16 mm. breit, mit glatter Oberfläche. Die Noden erweitert. Scheide sehr lang, meistens 2—3,5 cm. bestehend aus 10—16 mit einander vereinigten Blättern.

Es liegt von dieser Art ein sehr reichliches, obgleich leider ziemlich fragmentarisches Material vor.

Der Stamm ist glatt oder undeutlich gestreift. Die Länge der Internodien ist im Verhältnis zum Durchmesser recht bedeutend. Kein Exemplar zeigt mehr als einen Nodus, obwohl sie häufig eine Länge von 10 cm. und darüber erreichen.

Die Spezies zeichnet sich hauptsächlich durch die erweiterten Noden und vor allem durch die sehr langen Scheiden aus. Diese sind oft recht weit. Ihre Breite kann sogar das doppelte von der des Stammes unmittelbar unter dem Nodus erreichen. Die Figuren 2—5, Taf. 4 geben eine gute Vorstellung von dem Aussehen der Noden. Die Kommissuralfurchen gehen unter dem Nodus in rasch vorspringende, auf dem Abdruck deutlich hervortretende, gekielte Rippen über. Sie können nach aufwärts ein langes Stück verfolgt werden, werden aber schliesslich weniger scharf, was vielleicht darauf beruhen kann, dass die Scheide nach oben einen dünneren, mehr hautartigen Bau gehabt hat. Im oberen Teil der Scheide sind die einzelnen Blätter konkav, mit ausgebogenen Rändern. Ihre Breite beträgt gleich über dem Nodus ungefähr 2 mm. Sie zeigen keine Spur von einem Mittelnerven. Die Länge der Scheide ist, wie erwähnt, bedeutend, sogar bis 3,5 cm.

Die Anzahl Blätter in der Scheide variiert zwischen 10 und 16; auf den Abdrücken sieht man gewöhnlich 6—7. Taf. 4, Fig. 9 zeigt eine am Nodus von oben her plattgedrückte Scheide, wo die Anzahl der Segmente genau 16 ist.

Die Segmente der Scheide sind ihrer ganzen Länge nach vollständig mit einander zusammengewachsen, doch ist dieselbe nicht so selten zufällig längs den Kommissural-

furchen gespalten. Die obersten, freien Teile der Zähne werden nicht erhalten getroffen. In Fig. 16, Taf. 4 ist doch ein Exemplar mit beibehaltenen Zähnen abgebildet, welches freilich nicht sicher zu dieser Spezies gehört. Es weicht durch nicht erweiterte Noden und kürzere Scheide ab. Die freien Spitzen der Zähne sind jäh zugespitzt, triangulär und kaum länger als breit.

Auf den Abdrücken von der Scheide tritt häufig eine deutliche und charakteristische Skulptur hervor. Sie besteht aus dichtstehenden, elliptischen Knötchen mit einem Durchmesser von etwa 0,08 × 0.12 mm. und ausgedehnt in der Längsrichtung des Segments. Sie rühren wohl von entsprechenden Vertiefungen in der Epidermis her. Sie nehmen eine gut begrenzte Zone am Rücken des Segmentes ein, fehlen aber längs den Rändern und in den Kommissuralfurchen. An den Rändern dieser letzteren findet sich dagegen an den am besten erhaltenen Exemplaren eine andere Skulptur von äusserst feinen Querstreifen. Beide Arten von Skulptur treten in Fig. 10, Taf. 4 hervor. Die zuletzt beschriebene Art stimmt mit derjenigen überein, die NATHORST (5, S. 76, Taf.1, Fig. 4, 5) bei *Equisetites arenaceus* nachgewiesen hat. ZEILLER (1) schildert bei *E. Sarrani* eine punktförmige Skulptur am Rücken der Segmente, welche wohl der bei der vorliegenden Art ähnlich sein dürfte. Es ist von den beiden genannten Verfassern wie gleichfalls von anderen geltend gemacht worden, dass diese Skulpturformen mit Einbettungen von Kieselsäure zusammenhängen dürften, wie dies bei mehreren heutigen Arten von *Equisetum* der Fall ist.

Die Diaphragmen dürften einen wenig festen Bau gehabt haben. Wenigstens ist es auffallend, dass sie in keinem einzigen Falle erhalten getroffen werden, während sie sonst zu den gewöhnlicheren Fossilien zu gehören pflegen. Es sind keine Zweige in Verbindung mit dem Stamme angetroffen worden und auch keine Astnarben.

E. praelongus scheint eine recht isolierte Stellung einzunehmen. Am nächsten dürfte sie vielleicht *E. scanicus* (STERNB.) stehen, von welcher sie durch in der Regel geringere Grösse, eine beständig geringere Anzahl Blätter in der Scheide und eine grössere Länge der letzteren abweicht. Sie kommt auch *E. Münsteri* STERNB. recht nahe. Von dieser unterscheidet sie sich durch die langen Scheiden und die erweiterten Noden.

Die Spezies ist ausschliesslich bei Jean Molins Flöz bei Stabbarp gefunden worden.

Bei Stabbarp werden mit dieser Spezies zusammen reichlich Fragmente angetroffen, welche Rhizomteile einer *Equisetites* zu bilden scheinen. Es ist höchst wahrscheinlich dass sie zu *E. praelongus* gehören. Sie sind deutlich gegliedert, und die Internodien gewöhnlich kürzer als an den Stämmen. Die Oberfläche ist mit breiten, deutlichen, aber sehr unregelmässigen Leisten und Furchen versehen und hat ausserdem eine Skulptur von feinen, unregelmässigen, kurzen Längsstreifen. Von Scheiden sind keine Spuren zu entdecken. Dagegen finden sich oft Zweige und Narben nach solchen, gewöhnlich eine an jedem Nodus. Taf. 4, Fig. 11—15 zeigen einige Exemplare von diesen mutmasslichen Rhizomteilen.

Equisetites Münsteri v. Sternberg.

Taf. 4, Fig. 27, 28.

1833. *Equisetites Münsteri.* C. von Sternberg (*1*, Bd. 2, S. 43, Taf. 16, Fig. 1—5).
1838. *Equisetites moniliformis.* Presl. (Ibid. S. 106, Taf. 32, Fig. 12 a 1, 12 b).
Equisetites Roessertianus. Presl. (Ibid. S. 106. Taf. 32, Fig. 12 a 2. 3; 12 c: 12 d).
Equiselites Hoeflianus. Presl. (Ibid. S. 106, Taf. 32, Fig. 9, 11).
1847. *Equisetites Münsteri.* F. Braun (*1*, S. 82).
Equisetites attenuatus. F. Braun (Ibid. S. 82).
Equisetites liaso-keuperinus. F. Braun (Ibid. S. 83).
1849. *Equisetites Münsteri.* A. Brongniart (*3*, S. 103, 104).
Equisetites Hoeflianus. Ibid. S. 103.
Equisetites moniliformis. Ibid. S. 103.
1850. *Equisetum Brodiei.* Buckman (*1*, S. 414, Fig. 1).
1851. *Equisetites Münsteri.* Ettingshausen (*2*, S. 90, Taf. IX, Fig. 1—4).
1867. *Equisetites Münsteri.* A. Schenk (*1*, S. 14—19, Taf. 2, Fig. 3—9; Taf. 3, Fig. 1—12).
1869. *Equisetum Münsteri.* W. Schimper (*1*, S. 269, Taf. 8. Fig. 3, 3 b, 4, 6, 7).
1873. *Equisetum Münsteri.* G. de Saporta (*1*, S. 232, Taf. 27; Taf. 28, Fig. 1; Taf. 29, Fig. 1—8).
1878. *Equisetum Münsteri.* A. G. Nathorst (*2*, S. 40, Taf. 5, Fig. 1—5; Taf. 7, Fig. 1—4).
1892. *Equisetites Münsteri.* C. T. Bartholin (*1*, H. 1, S. 13, Taf. 5, Fig. 1—6).
1896. *Equisetum Münsteri.* N. Hartz (*1*, S. 223, Taf. 6).
1902. *Equisetum Münsteri.* Hj. Möller (*1*, S. 58, Taf. 6, Fig. 13—15).
1904. *Equisetites Münsteri.* A. C. Seward (*4*, S. 12, Taf. 1, Fig. 4).

Das Vorkommen dieser wohlbekannten Spezies in den kohlenführenden Ablagerungen Schwedens wurde zuerst von Nathorst 1878 (2, S. 40) nachgewiesen, von dem auch die schwedischen Exemplare ausführlich beschrieben sind. Folgende Anmerkungen sind zum grossen Teil aus seiner Arbeit entlehnt.

Die Spezies zeichnet sich durch ihren breit gefurchten Stamm aus. Die Leisten zwischen den Furchen sind von gleicher Anzahl wie die Zähne der Scheide und laufen in diese aus. Die Breite des Stammes wechselt auf dem Abdruck von 6 bis 20 mm. und vielleicht darüber. An den Noden ist derselbe nicht oder unbedeutend erweitert. Die Scheiden sind kurz und gewöhnlich gut erhalten. Ihre Zähne sind ziemlich lang, gewöhnlich 10—12 an der Zahl. Nathorst bildet auch junge Sprossteile ab. An diesen sind die Noden einander mehr genähert und die Zähne der Scheide mehr zusammenhängend als an den älteren Exemplaren. Die Spitzen der jungen Sprossteile zeigen dasselbe wohlbekannte Aussehen wie bei den heutigen Spezies.

Die schwedischen Exemplare stimmen fast vollkommen mit der fränkischen Pflanze überein. Als einzige Verschiedenheiten führt Nathorst an, dass jene eine etwas kleinere Anzahl Zähne in der Scheide zu haben scheinen [Schimper (l. c.) beziffert sie bei dieser auf cirka 14] und dass die Zähne in der Regel auf die Spitze zu sich langsamer verjüngen. (Vgl. Taf. 4, Fig. 28.) Doch kommen auch unter den deutschen Exemplaren solche vor, die mehr mit den schwedischen übereinstimmen. Es ist zu bemerken, dass die freien Spitzen der Zähne an den meisten Exemplaren viel länger scheinen als sie in Wirklichkeit sind. Die Scheide hat nämlich in den Kommissuralfurchen in der Regel keinen Abdruck auf dem Gestein hinterlassen, und auch die unteren Teile der Blätter scheinen daher frei

von einander. Ausnahmsweise kann man indessen Abdrücke von der Scheide auch in den Kommissuralfurchen wahrnehmen. So sieht man z. B. an dem Exemplar Taf. 4, Fig. 27, dass die Mittellinie der Kommissuralfurche deutlich hervortritt wie eine erhobene Linie.

Es sind keine Fruktifikationsorgane in Verbindung mit den vegetativen Teilen gefunden worden. Es ist indessen möglich, dass die ährenartigen Gebilde, die NATHORST (2, S. 52, Taf. 6, Fig. 14, 14a) unter dem Namen *Kaidacarpum suecicum* beschrieben hat, und die ich hier nachstehend als einer Equisetacee angehörig angeführt habe, Sporophyllstände dieser Art sein können. Bei Höganäs kommt nämlich ausser *Neocalamites hoerensis* keine andere *Equisetum*-artige Pflanze vor als *Equisetites Münsteri*. Die erwähnten Sporophyllstände weichen wenigstens hinsichtlich der Sporen erheblich von dem recenten Typus ab, während *E. Münsteri* den vegetativen Organen nach mit den heutigen Spezies völlig übereinstimmt.

Equisetites Münsteri ist gegenwärtig von folgenden Örtlichkeiten in Schonen bekannt: Höganäs, jüngere Ablagerungen, und Helsingborg, an beiden Stellen allgemein, nebst Sofiero.

Wie bekannt, hat die Spezies eine ausgedehnte Verbreitung innerhalb der rhätischen Ablagerungen in getrennten Teilen der Erde, wenn auch wahrscheinlich ist, dass in einigen Fällen recht heterogene Reste in dieselbe eingereiht sind.

Equisetites subulatus n. sp.

Taf. 4, Fig. 17—23.

Unter diesem Namen führe ich einige isolierte Blattscheiden an, die ich nicht als irgend einer zuvor beschriebenen Spezies angehörig habe identifizieren können.

Vom Stamm selber ist nichts erhalten, nur der eigentliche Nodus tritt an ein paar Exemplaren hervor. Die Breite der von der Seite plattgedrückten Scheiden beträgt ungefähr 1.5—2 cm ; die Länge etwas weniger. An der Basis ist die Scheide bis zu einer Höhe von höchstens 5 mm. um den Stamm herum zusammenhängend, und die Grenzen zwischen den Blättern sind kaum wahrzunehmen. Höher hinauf ist sie bis $^2/_5$ — $^3/_4$ ihrer Länge in deutliche Zähne eingeteilt, etwa 20—30 an der Zahl. Diese sind 10—13 mm. lang, an der Basis ungefähr 1 mm. breit, sich gleichmässig verjüngend zu einer langen und feinen Spitze. Sie zeigen oft eine feine mediane Linie, die einem Nerven gut entspricht. Am Exemplar Fig. 17, 18, Taf. 4 kann man sie deutlich sehen. Die Scheide ist mehr oder weniger unregelmässig gespalten in Segmente von bald einem, bald und öfter mehreren Zähnen jedes. In letzterem Falle sieht man, dass die Zähne ihrer ganzen Länge nach mit den Rändern dicht zusammenstossen. Die Kommissuralfurchen werden demnach nur durch eine schmale Linie angegeben. Dies ist an dem Exemplar Fig. 17, 18, Taf. 4 deutlich zu sehen. Die Zähne dürften wohl anfänglich völlig zusammenhängend und kegelförmig über der Sprossspitze zusammengeschlossen gewesen sein. An älteren Stämmen ist die Spaltung der Scheide eine mechanische Notwendigkeit, da die auf die Spitze zu schmäler werdenden Zähne nicht durch Kommissuralfurchen vereinigt werden, die sich nach aufwärts in entsprechendem Grade

erweitern. Es ist sehr selten, dass jeder Zahn frei ist. Gewöhnlich umfassen die bei Spaltung der Scheide entstandenen Segmente je drei bis vier Zähne. Auf Taf. 4, Fig. 17—23 sind einige charakteristische Exemplare abgebildet. In Fig. 18 sieht man wie die Zähne auch mit den Spitzen selbst dicht zusammenschliessen.

Die jetzt beschriebenen Blattscheiden zeigen eine recht grosse Ähnlichkeit mit denjenigen, die seit lange unter dem Namen *Equisetites lateralis* PHILLIPS bekannt sind. Die Verschiedenheiten sind doch zu gross als dass eine Identifizierung zur Spezies gerechtfertigt wäre. Die vorliegende Art zeichnet sich vor allem durch die unregelmässige Spaltung der Scheide in Segmente von bald einem, bald mehreren Zähnen aus, welche in letzterem Falle mit den Rändern dicht zusammenstossen und nur eine linienschmale Kommissur zwischen sich lassen. Bei *E. lateralis* und noch mehr bei *E. columnaris*, welchem *E. lateralis* von SEWARD (3) beigesellt wird, scheinen die Zähne stets durch aufwärts erweiterte Kommissuralfurchen vereinigt zu sein. Ferner ist die Spaltung der Scheide bei den Exemplaren von Schonen weniger tief, und der zusammenhängende Basalteil zeigt keine deutlichen Grenzen zwischen den Blättern. Wenn als sicher festgestellt angesehen werden kann, dass *E. lateralis* nur zartere Exemplare von *E. columnaris* sind, so ist auch das vollständige Fehlen dieser letzteren Spezies in den umfangreichen Sammlungen aus Schonen ein Grund dagegen, diese Blattscheiden mit denjenigen zu identifizieren, die unter dem Namen *E. lateralis* bekannt sind. Es kann auch angemerkt werden, dass es unter den zahlreichen Diaphragmen, die bei Hör gefunden werden, und die vielleicht zum Teil zu dieser Spezies gehören, nicht eine einzige gibt, die denjenigen von *E. columnaris* ähnelt.

Die Blattscheiden von *E. subulatus* sind nur in den unterliassischen Ablagerungen bei Hör und speziell in der dünnen Tonschicht angetroffen worden, die zwischen den Sandsteinschichten eingelagert ist.

Bei Hör sind einige Abdrücke gefunden worden, die jungen Sprossspitzen oder Knospen einer *Equisetites* anzugehören scheinen. Sie zeigen dichtstehende, kegelförmig zusammengeschlossene, schmale Zähne, deren Anzahl wohl 20—30 gewesen sein kann. Nach dem allgemeinen Aussehen zu urteilen ist es sehr wahrscheinlich, dass sie mit der eben beschriebenen Spezies zusammengehören. Auf Tafel 4, Fig. 24—26 sind einige Exemplare abgebildet.

Equisetites conf. Beani (BUNBURY) SEWARD.

Taf. 5.

1851. *Calamites Beani.* C. J. F. BUNBURY (*1*, S. 189).
1856. *Calamites Beani.* A. DE ZIGNO (*1*, S. 45).
1869. *Equisetum columnare*, pro parte. W. Ph. SCHIMPER (*1*, S. 267).
1898. *Equisetites Beani.* A. C. SEWARD (*2*, S. 270).

In der Tonschicht bei Hör wurden 1904 von NATHORST und F. J. BLOMQVIST einige breite, gegliederte Stämme gefunden, welche recht grosse Ähnlichkeit mit dem englischen

Equisetites Beani (Bunbury) Seward zeigen. Bisher sind nur Abdrücke angetroffen worden. Diese haben eine Breite von 6—9 cm., während die Länge der Internodien nur 3—6 cm. beträgt. Jeder Nodus tritt als eine einfache oder gewöhnlicher als zwei parallele Linien hervor, wie dies an den Exemplaren Taf. 5, Fig. 1—3 ersichtlich ist. Die Oberfläche der Abdrücke ist recht uneben mit längslaufenden Rissen und Narben. An den Noden sind keine Blattscheiden erhalten und auch keine Narben nach Blattspuren. Es ist daher nicht ganz sicher, ob diese Pflanze überhaupt eine *Equisetites* ist. Es ist möglich, dass die Stämme der äussersten Schicht und damit auch der Blattscheiden beraubt worden sind Der doppelten Linie am Nodus dürfte von resp. dem oberen und dem unteren Rande der nodalen Diaphragmas entsprochen werden.

An den Noden, und zwar wenn diese durch zwei parallele Linien inmitten zwischen denselben bezeichnet werden, befinden sich Narben nach einer Art seitlichen Organen. Sie sind ungefähr kreisrund mit einem Durchmesser von etwa 1—2 mm. Aus dem Exemplar Taf. 5, Fig. 2 ist ersichtlich, dass sie an den auf einanderfolgenden Noden alternieren. Die Anzahl derselben kann wohl 8—12 gewesen sein. Sicher stellen diese Abdrücke Narben nach wirtelgestellten Seitenzweigen dar. Wie diese beschaffen gewesen sein können, ist unmöglich zu sagen, da sie nie mit dem Muttersspross verbunden angetroffen worden sind. Ebensowenig finden sich an derselben Örtlichkeit isolierte Exemplare von Equisetaceen, von denen man vermuten könnte, dass sie diese Zweige darstellen.

Die Exemplare Taf. 5, Fig. 7, 8, die nebst einigen anderen ähnlichen wohl hierherzuführen sein dürften, zeigen an den Noden Narben von anderem Aussehen, bedeutend grösser und nur wenige an jedem Nodus. Sie dürften wohl kräftigeren Seitenzweigen entsprechen. Möglicherweise gehören diese letzteren Exemplare dem Rhizom an.

Zusammen mit den breiten, gegliederten Stämmen kommen bei Hör einige Abdrücke vor, die mit aller Sicherheit Diaphragmen dieser Art darstellen dürften (Taf. 5, Fig. 4, 5). Es sind grosse kreisrunde Scheiben mit bis zu 6 cm. Durchmesser. Sie sind völlig eben und zeigen eine glatte Oberfläche, versehen mit einer feinen Skulptur, die nur nach den Rändern zu deutlicher wird. Sie besteht aus kleinen, dichtstehenden, länglichen Erhöhungen, die besonders am weitesten gegen den Rand hinaus in radialer Richtung geordnet sind (Taf. 5, Fig. 6). Ausserdem ist der Rand der Scheibe ringsherum mit gröberen, radiierenden Narben versehen, ähnlich denen bei *E. scanicus*. Sie sind recht undeutlich und treten auf den Abbildungen wenig hervor.

Es ist nicht ganz sicher, ob die vorstehend beschriebenen Stämme und Diaphragmen wirklich mit dem englischen *E. Beani* identisch sind. Andererseits aber sind keine Charaktere vorhanden, die sie von dieser Spezies unterscheiden, und vorläufig wenigstens können auch die schwedischen Exemplare zweckmässig unter demselben Namen aufgenommen werden. Doch sei auch eine andere Möglichkeit angedeutet. Von *E. scanicus*, die nachstehend näher beschrieben wird, gibt es ein Exemplar (Taf. 7, Fig. 20), das gewissermassen einen Übergang zu den nun beschriebenen Exemplaren bildet. Es erreicht nicht die Grösse von jenen, zeigt aber dieselben kurzen und breiten Internodien, so weit sich dies nach dem ziemlich schlechten Erhaltungszustand beurteilen lässt. In diesem Falle haben auch die breiten Stämme mit *E. Beani* nichts zu schaffen, denn durch

die von SEWARD (2) beschriebenen Exemplare, welche Blattscheiden zeigen, ist dieser von *E. scanicus* sehr gut getrennt.

Die bekannten Exemplare stammen alle von Hör, und näher präzisiert aus der Tonschicht zwischen den Sandsteinlagern.

Equisetites scanicus (STERNBERG).

Taf. 6; Taf. 7; Taf. 8, Fig. 1—5; Taf. 9, Fig. 16, 17.

1820. Monocotyledon. SVEN NILSSON (*1*, Th. 2, S. 8, Taf. 5, Fig. 6).
1825. *Bajera scanica.* C. v. STERNBERG (*1*, Bd 1, H. 4, S. 41 und XXVIII, Taf. 47, Fig. 2).
1840. *Calamites hoerensis.* HISINGER (*1*, S. 5, Taf. 38, Fig. 8).
1867. ? *Equisetites Münsteri*, pro parte. A. SCHENK (*1*, S. 15).
1869. ? *Schizoneura hoerensis*, pro parte. W. PH. SCHIMPER (*1*, S. 283).
1885. ? *Schizoneura hoerensis*, pro parte. A. G. NATHORST (*6*, S. 44).

Diese Spezies findet sich zum ersten Male erwähnt von SVEN NILSSON 1820. In einer Arbeit mit dem Titel (in Übersetzung): »Über Versteinerungen und Abdrücke von tropischen Baumarten und ihren Blättern, gefunden in einer Sandsteinablagerung in Schonen» beschreibt und bildet er ab ein Fossil, das ELIAS FRIES, dem er das Exemplar gezeigt hatte, für ein Monokotyledon und zwar »am wahrscheinlichsten ein Fragment von einem Calamus» hielt (1, Th. 2, S. 8, Taf. 5, Fig. 6). Das nämliche Exemplar, das seiner Abbildung zu Grunde gelegen hatte, wurde später von STERNBERG beschrieben, der für dasselbe eine neue Gattung *Bajera* aufstellte und die betreffende Spezies *B. scanica* nannte (1, Bd 1, H. 4, S. 41 und XXVIII, Taf. 47, Fig. 2). Er sieht gleichfalls die Pflanze für ein Monocotyledon, am ersten eine Grasart, an. Dass NILSSON und STERNBERG beide auf ein und dasselbe Exemplar abzielen, erhellt deutlich bei einem Vergleich ihrer resp. Abbildungen und aus der Angabe des letzteren, dass das Exemplar von Hör stammt. Dieses Originalexemplar befindet sich, wie Prof. NATHORST entdeckt hat, in den Sammlungen des Naturhist. Reichsmuseums zu Stockholm. Es zeigt deutlich den Charakter einer Equisetacee. Die wirkliche Natur der *Bajera scanica* ist übrigens schon von SCHENK (1, S. 15) erkannt worden. Er stellt sie indes zu *Equisetites Münsteri*, was nicht richtig ist.

Schliesslich ist es allerdings nicht sicher, aber höchst wahrscheinlich, dass *Calamites hoerensis* HISINGER einen Steinkern dieser Art darstellt. Wenigstens ist dies weit wahrscheinlicher als dass er mit *Neocalamites hoerensis* etwas gemein haben sollte, wie von SCHIMPER und nach ihm von mehreren Verfassern angegeben worden ist. (Vergl. oben, S. 7).

Equisetites scanicus ist bei Hör die gewöhnlichste von den fossilen Equisetaceen, und die paläobotanische Abteilung des Reichsmuseums besitzt besonders umfangreiche Sammlungen von dort, teils aus dem Sandstein selbst, teils und hauptsächlich aus der Tonzwischenlage desselben. Im Sandstein tritt sie am meisten in Form von Steinkernen auf. In den allermeisten Fällen finden sich keine grössere zusammenhängende Stücke des Stammes erhalten. Gewöhnlich wird nur der Nodus selbst mit einem Teil der Blattscheide angetroffen, bald von der Seite zusammengedrückt, bald

von oben her abgeplattet, und dann oft mit dem erhaltenen Diaphragma in der Mitte. Die Diaphragmen werden noch häufiger isoliert angetroffen und gehören in der Tat zu den gewöhnlichsten Fossilien in der Tonschicht.

Die dickeren Stämme haben gewöhnlich eine Breite von etwa 4 cm. auf dem Abdruck. Von den Steinkernen, die ich dieser Spezies zugeführt habe, zeigen doch eine ganze Reihe grössere Dimensionen. Die kleinste Sorte haben einige Diaphragmen mit einem Durchmesser von 0,5—0,7 cm. Die Länge der Internodien variiert zwischen 5 und 17 cm. Im allgemeinen haben die schmäleren Exemplare die längsten Internodien. In Taf. 7, Fig. 20 ist ein Exemplar mit einem ungewöhnlich kurzen und breiten Internodium abgebildet. Dasselbe erinnert recht sehr an die Exemplare, die ich unter dem Namen *Equisetites Beani* aufgeführt habe.

Die Oberfläche des Stammes ist an den am besten erhaltenen Exemplaren vollkommen glatt, ohne irgendwelche Leisten oder Riefen. Die Abdrücke im Sandstein sind doch oft unregelmässig gefurcht und gestreift. Zweifelsohne beruht dies nur auf dem Erhaltungszustande. Taf. 6, Fig. 9 und Taf. 7, Fig. 1 zeigen ein paar solche längsgestreifte Abdrücke im Sandstein, Taf. 6, Fig. 4—6 Exemplare mit glatter Oberfläche aus der Tonschicht.

Der Nodus zeigt sich als einfache Linie, durchquert von den Kommissuralfurchen. Die Anzahl der letzteren ist 20—30, meistens 24. Auf dem Abdruck treten sie gewöhnlich als scharf gekielte Rippen hervor. Sie setzen sich unter dem Nodus fort, werden aber rasch schmäler und endigen ungefähr 0,5—1 cm. unterhalb desselben. Am Nodus sind sie gewöhnlich 0,5 mm. breit, werden aufwärts häufig breiter, bis 1 mm., und setzen sich dann mit der gleichen Breite bis ungefähr 1,5 cm allmählich immer undeutlicher fort. Die durch die Kommissuralfurchen getrennten Segmente der Scheide sind am Nodus etwa 2—3 mm. breit. Sie sind aufwärts gleich breit mit plattem Rücken und entbehren eines Nerven. Der obere Rand der Blattscheide ist nicht erhalten, und es ist daher unmöglich zu sagen, wie dieser beschaffen gewesen ist. So weit sie zu sehen sind, sind die Blattsegmente mit einander vereinigt und laufen nicht in freie Zähne aus, obschon solche wahrscheinlich vorhanden gewesen sind. Auf Taf. 7, Fig. 10 ist indessen ein Fragment einer Blattscheide mit erhaltenen Zähnen abgebildet. Dasselbe gehört wahrscheinlich dieser Spezies an.

Die dorsale Fläche der Blattsegmente zeigt eine deutliche Skulptur. Dieselbe besteht auf dem Abdruck in kleinen Erhöhungen, denen demnach an der Pflanze Einsenkungen in die Epidermis entsprechen müssen. Taf. 7, Fig. 19 gewährt eine Vorstellung von dem Aussehen derselben. Das Ganze hat viel Ähnlichkeit mit der Skulptur, die ich bei *E. praelongus* beschrieben habe, ist aber weniger scharf hervortretend. Auch *E. laevis* zeigt etwas ähnliches, und es unterliegt keinem Zweifel, dass diese Ausbildung der Epidermis bei den damaligen Spezies gewöhnlich gewesen ist. So hat ZEILLER (1) eine Skulptur derselben Art bei *E. Sarrani* ZEILL. aus Tonking und NATHORST (5, S. 76, Taf. 1, Fig. 4—5) eine von anderem Aussehen bei *E. arenaceus* beschrieben.

Unmittelbar an der Nodiallinie, in der Mittellinie eines jeden Blattsegments, findet sich oft auf dem Abdruck eine punktförmige Vertiefung. Diese sind stets sehr klein aber völlig deutlich und kehren regelmässig gerade vor jedem Blattsegment wieder.

Sie treten nur an solchen Exemplaren auf, wo die Kommissuralfurchen als Furchen auf dem Abdruck zu sehen sind, demnach in den Fällen, wo dieser von der Innenseite der Scheide herrührt. Solche sind sehr gewöhnlich und müssen wohl so entstanden sein, dass die Scheide und möglicherweise ein Teil der Rindenschicht des Stammes sich von der übrigen Pflanze losgelöst hat. Lose Blattscheiden sind ja auch sehr gewöhnlich. Die punktförmigen Narben an der Nodiallinie auf der Innenfläche der Blattscheiden, dürften schwerlich von etwas anderem als den am Nodus ausgehenden Blattspuren herrühren können. Es ist auch nicht schwer zu verstehen, dass die Blattspuren bei Ablösung der Scheide in dieser Weise hervortreten können (vgl. Taf. 7, Fig. 8, 9).

Zweige sind nie in Verbindung mit dem Muttersspross angetroffen worden. An einigen Exemplaren finden sich doch Narben, die sicherlich von Seitenzweigen herrühren. Eine solche ist an dem Exemplar Taf. 6, Fig. 7 zu sehen. Sie sitzen dicht unter der Nodiallinie und genau in den Kommissuralfurchen. Die Stellung stimmt demnach mit der bei den lebenden *Equisetum*-Arten vollkommen überein.

Die Diaphragmen werden, wie oben erwähnt ist, besonders häufig erhalten angetroffen. In manchen Fällen sind sie noch von einer Blattscheide umgeben, die ihre Identifizierung mit dieser Spezies ermöglicht. Zwei solche Diaphragmen mit umgebenden Scheiden sind auf Taf. 7, Fig. 11, 12 abgebildet. In Fig. 12 sind kleine, deutliche Grübchen gerade vor den Kommissuralfurchen zu sehen. Sicher rühren dieselben von Seitenknospen oder abgebrochenen Zweigen her. Die Diaphragmen sind vollständig eben mit einer glatten Oberfläche. Nur rings um den Rand herum befindet sich eine schmale Zone mit radiirenden Eindrücken. Wo die Blattscheide erhalten ist, sieht man, dass diese Eindrücke an Anzahl den Blattsegmenten nicht entsprechen sondern ihrer wenigstens zwei bis dreimal so viele sind. — Es ist ja möglich, dass auch die anderen Spezies Diaphragmen von ähnlichem Aussehen gehabt haben, und dass demnach nicht alle die auf Taf. 7, Fig. 13—18 abgebildeten, isolierten Exemplare zu *Equisetites scanicus* gehören. Taf. 7, Fig. 18 zeigt ein Verhältnis, das sehr gewöhnlich ist, aber wohl doch nur auf einem Zufall beruht. Auf einem Diaphragma von gewöhnlicher Grösse liegen häufig zwei bis drei kleinere, genau innerhalb des Randes des grossen hineingepasst.

In einigen Fällen sind am selben Exemplar Abdrücke sowohl von der äusseren Oberfläche als auch vom Innern des Stammes zu sehen. Auf Taf. 7, Fig. 2, 3 sind ein paar solche Exemplare abgebildet. Die äussere Oberfläche ist wie gewöhnlich glatt, ohne Leisten, aber der blossgelegte innere Abdruck zeigt deutliche und regelmässige Längsfurchen und Leisten, etwa wie bei *Neocalamites hoerensis*. Diese rühren zweifelsohne vom Cylinder des Leitungsgewebes her und entsprechen demnach den Leitbündeln und den Markstrahlen. Es zeigt sich nun sehr deutlich, dass die Anzahl der Leitbündel nicht dieselbe wie die der Blätter sondern bedeutend grösser ist. Im allgemeinen entsprechen jedem Blattsegment 2—3 Leitbündel. Es ist demnach klar, dass jedes Leitbündel, vorausgesetzt dass ein jedes eine Blattspur bildet, 2—3 Internodien durchlaufen muss, bevor es in das Blatt hinaustritt. Dieses Verhalten ist ja völlig dasselbe, wie es vorstehend bei *Neocalamites hoerensis* beschrieben wurde. Bei *Equisetites scanicus* steht demselben indessen ein grösseres Interesse zu, da diese Spezies im übrigen eine so nahe Übereinstimmung mit den heutigen *Equisetum*-Arten aufweist. Eine kurze Wiederholung des Vergleiches mit einerseits den Calamiten, anderseits *Equisetum* kann

daher angebracht sein. Der Stammbau der Calamiten zeichnet sich ja unter anderem durch einen recht unregelmässigen Verlauf der Leitbündel aus. Bald alternieren diese an den Noden wie bei *Equisetum*, bald nicht. Bald durchläuft jeder nur ein Internodium, bald mehrere und sind folglich in diesem Falle in grösserer Zahl im Internodium als die Blätter am entsprechenden Nodus. Dies letztere ist ja ganz gewöhnlich. Da sogar ein und dasselbe Individuum in dieser Hinsicht Variationen darbietet, könnte es wohl scheinen, als ob der Verlauf der Leitbündel kein Charakter von grösserer systematischer Bedeutung wäre. Aber gerade diese Unregelmässigkeit ist im Vergleich mit dem *Equisetum* bemerkenswert. Hier hat man ja eine Gattung, durchweg gekennzeichnet durch einen Stammbau von einem völlig durchgängigen, genau konsolidierten Typus. Die Leitbündel durchlaufen nur je ein Internodium und alternieren mit einer nahezu diagrammatischen Genauigkeit an den Noden. Es ist darum von gewissem Interesse, da man in *Equisetites scanicus* eine Pflanze findet, die einerseits wirkliche Blattscheiden und auch im übrigen ein Aussehen wie *Equisetum* zeigt, andererseits eine Anordnung der Leitbündel, zu der es bei dieser Gattung nichts Entsprechendes gibt, wohl aber bei den Calamiten.

Da es von Interesse sein könnte zu wissen, in wieweit andere ältere mesozoische *Equisetites*-Arten einen ähnlichen Bau haben, habe ich in dieser Beziehung eine Reihe Abbildungen von solchen geprüft. Im allgemeinen gestatten diese keine Schlussfolgerungen in besagter Hinsicht. ETTINGSHAUSEN bildet indessen (1, Taf. 50, Fig. 1) ein Exemplar ab, das er *Calamites arenaceus* nennt, das mir aber *Equisetites platyodon* anzugehören scheint. Dies zeigt sowohl die äussere Oberfläche als auch den Steinkern, letzterer deutlich gerieft, mit Furchen in ungefähr der 3—4-fachen Anzahl der Scheidensegmente.

Ausser den oben beschriebenen Exemplaren gibt es an derselben Örtlichkeit eine Menge Steinkerne und Abdrücke ohne Blattscheiden aber mit längslaufenden Furchen und Leisten. Es ist immerhin sehr wahrscheinlich, dass sie zu *Equisetites scanicus* gehören, und dass die Abdrücke von Exemplaren herrühren, die der äussersten Schicht des Stammes beraubt waren. Hierher dürfte auch HISINGERS *Calamites hoerensis* zu rechnen sein, obgleich die beiden Steinkerne, welche das Original zu seiner Abbildung (Tab. nostr. 7, Fig. 23, 24) bilden, durch eine glatte Oberfläche abweichen und nur am Nodus selbst schwache Andeutungen von Furchen haben. Im übrigen zeigt das vorerwähnte Exemplar STERNBERGS gleichfalls einen undeutlichen Steinkern mit glatter Oberfläche (Taf. 6, Fig. 1). Auf Taf. 7, Fig. 23—27, Taf. 8, Fig. 1—5 sind einige derartige Exemplare abgebildet. Sie erinnern durch ihre feinen, deutlichen Längsleisten sehr an den Abdruck vom Inneren des Stammes bei *Equisetites scanicus*, wie solcher z. B. auf Taf. 7, Fig. 2 zu sehen ist. Die Noden zeichnen sich an den Abdrücken durch deutliche, punktähnliche Narben aus. Diese stimmen sowohl dem Aussehen als auch der Anzahl und gegenseitigen Abstand nach mit den vorstehend beschriebenen Narben an den Blattscheiden überein, welche ich für Narben von den Blattspuren halte. Kommt noch hinzu, dass diese Steinkerne und Abdrücke zahlreich mit unzweifelhaften Exemplaren von *Equisetites scanicus* zusammen vorkommen, so dürfte kaum ein Zweifel darüber obwalten, dass sie wirklich dieser Spezies angehören. Taf. 8, Fig. 2, 4, 5, zeigen einige Abdrücke,

wo die Narben der Blattspuren sehr deutlich hervortreten. Die Leisten durchqueren oft den Nodus in unveränderter Richtung. Am deutlichsten ist dies zwischen den Narben, wo der unveränderte Verlauf der Leitbündel nicht durch die eintretenden Blattspuren gestört wird. Die Steinkerne zeigen gleichfalls regelmässige, höchstens 1 mm. breite Leisten, getrennt durch schmälere Furchen. Von diesen erreicht ein Exemplar eine erhebliche Grösse. Dasselbe ist nahezu 75 cm. lang, mit einem Durchmesser von über 5 cm., und umfasst 9 Internodien. Taf. 9, Fig. 16 zeigt ein auf $^1/_5$ verkleinertes Bild desselben, Taf. 9, Fig. 17 stellt das nächstunterste Internodium in natürlicher Grösse dar. Dieses Exemplar, wie auch viele andere, zeigt deutliche Einschnürungen an den Noden.

Was die Verwandtschaft mit anderen Arten anbelangt, so ist bereits oben die grosse Ähnlichkeit hervorgehoben worden, die *Equisetites laevis* mit *E. scanicus* zeigt, eine Ähnlichkeit, welche vielleicht geradezu auf eine Identität beider Arten hinweist Von *E. praelongus* ist *E. scanicus* gut unterschieden durch die kürzeren Scheiden und die grössere Anzahl Blätter. Im übrigen herrscht eine grosse Übereinstimmung mit *E. Sarrani* ZEILLER. Dieser weicht hauptsächlich dadurch ab, dass die Kommissuralfurchen sich sehr weit unterhalb des Nodus, nahezu bis an den nächstunteren fortsetzen.

Equisetites scanicus ist bisher nur in den zum unteren Lias gehörenden Ablagerungen bei Hör gefunden worden, wo er besonders in der Tonschicht zwischen den beiden Sandsteinlagern sehr gewöhnlich ist.

Equisetites Mobergii MÖLLER n. sp.

Taf. 4, Fig. 29—37.

Dr. HJ. MÖLLER, der bei der Bearbeitung der fossilen Flora in den kohlenführenden Ablagerungen des südöstlichen Schonens diese Spezies unterschieden hat, hat mir zuvorkommend nachstedende Beschreibung nebst Abbildungen von derselben zugestellt.

»Der Stamm 4—7 mm. breit; Zähne der Scheide 16—20, langgestreckt und allmählich in eine Spitze ausgezogen.

Das längste der gefundenen Fragmente besteht aus einem Stammteil von 8 cm. Länge. Gewöhnlich fehlt dem Stamme die Rinde, so dass er eben aussieht; an manchen Fragmenten sind die Rippen deutlich zu sehen. Die Breite des Stammes variiert zwischen 4 und 7 mm.; auch die Länge des Stammteiles wechselt sehr bedeutend. Die Scheiden sind mit 16—20 Zähnen versehen, welche schmal und langgestreckt (3—4,5 mm.) und allmählich in eine Spitze ausgezogen sind. Fertile Stammteile sind nicht angetroffen worden.

Equisetites Mobergii kommt manchen Formen von *E. Münsteri* STERNB. recht nahe, unterscheidet sich aber von dieser durch ihre Kleinheit. — *E. Münsteri* ist gewöhnlich mehr als 1 cm breit. Ferner sind die Zähne der Scheide bei *E. Münsteri* bedeutend breiter und die Spitze quer abgesetzt.

Ein paar Fragmente der Spezies wurden bei Kurremölla zuerst von NATHORST gefunden; später ist sie in Menge von MOBERG gesammelt worden. Ich selber habe einige Fragmente in der Ablagerung f an der Örtlichkeit *A* angetroffen. Im Sandstein

von Rödalsberg sind auch Fragmente von einer *Equisetum* angetroffen worden, welche sich indessen nicht mit Sicherheit bestimmen lassen, weil Scheiden fehlen.

Die Figuren 29—34, Taf. 4 zeigen einige Stammteile der Spezies. Fig. 35, 36 stellen eine Querwand im Nodus selbst dar, teils in natürlicher Grösse, teils 2 mal vergrössert; Fig. 37 eine Scheide mit Zähnen (3 mal vergrössert).»

Möglicherweise gehört zu dieser Spezies auch ein Exemplar aus Dompäng, von welchem beide Gegenstücke in Taf. 4, Fig. 38, 39 abgebildet sind. Es wurde daselbst 1907 vom Herzog von Schonen aufgefunden.

Unbekannte Equisetacee.

Taf. 8, Fig. 6—10.

Auf Taf. 8, Fig. 6—10 sind einige Abdrücke von einer unbekannten Equisetacee abgebildet, welche in der Tonschicht bei Hör nicht selten vorkommt.

Die Exemplare bilden Teile von gegliederten Stämmen, bald in gewöhnlicher Weise erhalten, bald von oben herabgedrückt wie die Exemplare Fig. 8, 9. Der Stamm ist ersichtlich hohl, dünn und weich gewesen, denn die Abdrücke haben häufig ein eigentümlich runzliges und geschrumpftes Aussehen (Fig. 8). Die Oberfläche ist mit breiten Leisten versehen, welche eine Skulptur von rechteckigen bis quadratischen Feldern (Fig. 10) zeigen. An manchen Exemplaren sind an den Noden rundliche bis trianguläre Knötchen am einen Ende jeder Leiste zu sehen (Fig. 6). Es sind keinerlei Anhaltspunkte für die Beurteilung der Natur dieser Knötchen oder dafür, was bei diesen Exemplaren oben und unten ist, vorhanden.

Da weder Blattscheiden noch Blattnarben vorhanden sind, ist es unmöglich über die eigentliche Natur dieser Reste zu entscheiden. Sie haben etwas Ähnlichkeit mit den gefurchten Exemplaren ohne Scheiden von *Equisetites scanicus*. Die Leisten sind jedoch viel breiter und die Skulptur bildet auch eine Abweichung. Diese Skulptur erinnert ja in etwas an diejenige, die bei *Neocalamites hoerensis* vorkommt, aber die rechteckigen Felder sind viel grösser und relativ breiter. Die Leisten sind auch breiter und im übrigen der Habitus ein ganz anderer.

Es ist demnach gegenwärtig unmöglich zu sagen, ob diese Reste zu *Equisetites* oder zu *Neocalamites* zu stellen sind. Zu einer der vorstehend geschilderten Arten dürften sie jedenfalls schwerlich gehören.

Equisetites (Equisetostachys) Nathorstii n. sp.

Taf. 8, Fig. 16; Taf. 9, Fig. 4—10.

Von dieser Spezies ist nur ein einziges Exemplar angetroffen worden. Dasselbe zeigt Abdrücke vom grösseren Teil eines Sporophyllstandes, hervortretend auf zwei Gegenplatten und demnach beide Seiten desselben zeigend. Zwischen diesen Abdrücken findet sich die organische Substanz noch erhalten. Dieselbe ist schwach verkohlt, recht hell, bräunlich und zeigt deutlich die Oberfläche der Schilder. Auf Taf. 9, Fig. 10 ist die eine Platte mit einem Teil des verkohlten Sporophyllstandes sichtbar.

Das Exemplar dürfte eine Länge von mindestens 2 cm. gehabt haben. Die Breite beträgt auf dem Abdruck ungefähr 1 cm. Die Sporophylle stehen in alternierenden Wirteln, wenigstens 16 in jedem Wirtel, wahrscheinlich mehr. Sie sind schildartig, ganz wie bei *Equisetum*, mit hexagonaler, nahezu ebener Oberfläche. Diese misst ungefähr 1—1,5 mm. im Durchmesser. Unter der Lupe zeigt sie eine feine Skulptur, die auf der vergrösserten Abbildung Taf. 8, Fig. 16 zu sehen ist. In der Hauptsache zeigen die äusseren Züge eine grosse Übereinstimmung mit *Equisetum*.

Da die Abdrücke nur die obere Fläche der Schilder wiedergeben, so sind auch keine Anzeichen von den Stielen derselben oder von den Sporangien vorhanden. Die vorzügliche Erhaltung der verkohlten Substanz liess indessen hoffen, dass sich vielleicht der Sporangieninhalt bei mikroskopischer Untersuchung noch erkennbar zeigen würde. Ein Teil des Sporophyllstandes wurde losgelöst und eine längere Zeit mit Eau de Javelle behandelt. Es stellte sich bald heraus, dass die Kohlensubstanz zum grossen Teil aus zahllosen Sporen bestand. Besonders nach einer weiteren Behandlung mit Ammoniak konnten diese ausgezeichnet unter dem Mikroskop untersucht werden.

Die untersuchten Sporen sind alle einer Art, und in Anbetracht dessen, dass der grössere Teil des Sporangienstandes erhalten ist, ist es ziemlich sicher, dass derselbe isospor gewesen ist.

Die Sporen sind durchsichtig und ziemlich dünn Sie sind daher auch sehr runzlig und ausserdem ganz plattgedrückt. Die besseren Exemplare zeigen deutlich, dass sie völlig rund gewesen sind. Der Durchmesser beträgt 35—40 μ. An jeder Spore finden sich drei kurze, radiierende Linien, zusammentreffend in Winkeln von 120° (siehe die Mikrophotographien Taf. 9, Fig. 4—9). Auch bei der stärksten Vergrösserung treten sie nur als feine Linien hervor Es ist unzweifelhaft, das dies die Spuren von den Schwesterzellen im Tetraeder sind. Im übrigen entbehren die Sporen jeglicher Art Skulptur.

Es ist leider nicht möglich zu entscheiden, ob die Sporen Elateren gehabt haben, wie die heutigen Arten. Auf Grund des wenig resistenten Baues der Elateren ist a priori keine grosse Aussicht dafür vorhanden, dass sie in fossilem Zustande erhalten bleiben würden. Ich habe vergleicheshalber Sporen von ein paar *Equisetum*-Arten mit einem starken Oxydationsmittel, Kaliumchlorat und Salpetersäure, behandelt. Es stellte sich heraus, dass die Elateren sich nach kurz andauernder Einwirkung auflösten und zwar ohne auf der Membrane irgendwelche Spuren zu hinterlassen, welche beweisen konnten, dass sie vorhanden gewesen waren. Auch die Sporen selber wurden ziemlich stark angegriffen und lösten sich bald auf, jedoch weit später als die Elateren. Die fossilen Sporen widerstanden trotz des langwierigen Oxydationsprozesses, dem sie zuvor in der Natur ausgesetzt gewesen waren, weit besser, und es unterliegt keinem Zweifel, dass sie einen viel festeren Bau gehabt haben als die der lebenden Arten.

Innerhalb der heutigen Gattung sind die Sporen, wie bekannt, bei allen Spezies gleich, rund, durchsichtig und ohne irgendwelche Skulptur. Die fossilen Sporen zeigen in diesen Beziehungen eine recht grosse Übereinstimmung mit den heutigen. Form und Grösse ist dieselbe, so auch das Nichtvorhandensein einer Skulptur auf der ebenen durchsichtigen Membrane. Von dem widerstandsfähigeren Bau derselben und dem Fehlen von Elateren abgesehen, ist ja doch noch eine ganz wesentliche Verschiedenheit

vorhanden. Es sind die erwähnten drei radiierenden Linien an jeder Spore. Etwas diesen Entsprechendes gibt es bekanntlich bei den Sporen der lebenden *Equisetum*-Arten nicht. Dahingegen sind solche ja innerhalb der anderen Serien der Pteridophyten gewöhnlich. Unter den paläozoischen Repräsentanten der Equisetales kommen auch drei ähnliche Linien vor, teils an den Megasporen mehrerer Arten, teils auch an den Sporen der isosporen *Calamostachys Binneyana*. Die nun beschriebenen Sporen bilden demnach ein Verbindungsglied mit denen der paläozoischen Formen und durch diese mit dem bei den übrigen Pteridophytengruppen gewöhnlichen Sporentypus. Bei dem nachstehend beschriebenen *Equisetites suecicus* kommen an den Sporen auch dieselbe Art Linien vor. Da keine andere *Equisetiten* mit erhaltenen Sporen bekannt sind, sind diese Fälle vorläufig als charakterisch für die älteren mesozoischen *Equisetites*-Arten anzusehen. Nach denselben zu urteilen hatten zu jener Zeit die Sporen der Equisetiten noch nicht denselben Bau erreicht wie die heutigen *Equisetum*-Sporen, welche demnach ihre eigenartige Ausbildung in späterer Zeit erhalten haben dürften.

Das einzige bekannte Exemplar ist in der Tonschicht des Hörsandsteins angetroffen worden.

Equisetites (Equisetostachys) suecicus (Nathorst).

Taf. 8 Fig. 11—15; Taf. 9. Fig. 1—3, 11—15.

1878. *Kaidacarpum suecicum*. Nathorst (2, S. 52. Taf. 6, Fig. 14, 14 a).

Unter dem Namen *Kaidacarpum suecicum* beschrieb Nathorst 1878 (2) einige ährenartige Gebilde aus der jüngeren Flora bei Höganäs. Die Gattung *Kaidacarpum* wurde bekanntlich von Carruthers (1) für einige Überreste aus dem Oolithe Englands aufgestellt, die er als Fruchtstände von Pandanaceen deutete. Die schwedischen Exemplare zeigen eine recht grosse Ähnlichkeit besonders mit *Kaidacarpum sibiricum* Heer (2, S. 84, Taf. 15, Fig. 9—16), weshalb Nathorst sie dieser Gattung einverleibte, jedoch mit der Bemerkung, dass es vielleicht Ähren von *Equisetum* (2, S. 53) seien. Es dürfte kein Zweifel darüber obwalten, dass dieses letztere ihre wirkliche Natur ist, und ich nehme sie daher unter dem Namen *Equisetites* auf. An ein paar anderen Örtlichkeiten finden sich Exemplare, die vollkommen mit denen von Höganäs übereinstimmen, und diesen mag daher auch derselbe provisorische Name beigelegt werden, obgleich sie sicher verschiedenen Spezies angehören.

Die grössten Ähren erreichen eine Länge von 4 cm., mit einer Breite auf dem Abdruck von über 2 cm., ohne doch vollständig zu sein. Taf. 8, Fig. 12 zeigt eines der grössten Exemplare, von Hör stammend. Die Form dürfte cylindrisch bis ellipsoidisch gewesen sein. In mehreren Fällen finden sich Abdrücke ausser von den Schildern auch von der Ährenspindel, so in Fig. 12, 13, Taf. 8 und Fig. 11, Taf. 9. Die Spindel ist ziemlich dick und hat auf dem Abdruck bis zu 1 cm. Breite. Die Sporophylle sind schildartig mit schmalen Stielen, welche auf dem Abdruck von der Oberfläche der Spindel als runde Vertiefungen zu sehen sind. Diejenigen, welche demselben Wirtel angehören, sind auf dem Abdruck durch eine wagerechte Linie vereinigt, einem erhöhten Rande ringsum die Achse entsprechend. Ausserdem ist jede Vertiefung durch feinere, schräge Linien

mit den beiden nächstoberen und -unteren verbunden, wie u. a. aus Taf. 8, Fig. 13 ersichtlich. Die Achsenspindel eines heutigen *Equisetum* zeigt, wenn die Schilder entfernt werden, ein ähnliches Aussehen, indem den Linien hier niedrige Rippen entsprechen.

Die Sporophylle in zwei auf einander folgenden Wirteln alternieren regelmässig. Der stielartige Teil ist kurz. Die obere schildartige Partie hat eine hexagonale Oberfläche. Diese ist auf dem Abdruck der oberen Fläche konkav und ist demnach gewölbt gewesen. Der Durchmesser beträgt ungefähr 2—3 mm. In der Mitte zeigt der Abdruck eine gut begrenzte hexagonale oder rundliche Erhöhung, einer Vertiefung an der Oberfläche des Schildes entsprechend. Von dieser Mittelpartie laufen Linien nach den Ecken des Sechsecks, die erhöhten Ränder zwischen den sechs Feldern markierend. Das Aussehen der oberen Seite der Schilder tritt am besten auf dem vergrösserten Bilde Taf. 8, Fig. 14 hervor. Die Oberfläche zeigt ausserdem eine feine Skulptur, ähnlich der der vorhergehenden Spezies.

Die Schilder werden sehr oft isoliert angetroffen (Taf. 8, Fig. 11) und treten dann bisweilen auch als Abdrücke der Unterseite auf (Taf. 8, Fig. 15). Diese Abdrücke zeigen dicht am Rande einen erhöhten Rahmen oder Leiste, einwärts scharf begrenzt durch eine Rille. Innerhalb dieser sind radiierende Narben zu sehen, welche nahezu bis an das Centrum heranreichen, wo der Sporophyllstiel als eine Vertiefung hervortritt. Die radiierenden Furchen dürften sicher mit den Sporangien etwas gemein haben und sind wohl mutmasslich Abdrücke von diesen, obgleich allerdings die Form etwas eigentümlich scheint. Die Anzahl derselben beträgt gewöhnlich etwa 24.

Die organische Substanz der Sporophylle ist häufig in verkohltem Zustand erhalten, und es hat sich dann als möglich herausgestellt für mikroskopische Untersuchung geeignete Präparate von den Sporen herzustellen. Für diesen Zweck wurde dieselbe Behandlung mit Eau de Javelle und Ammoniak wie im vorhergehenden Falle angewendet. Die Anzahl Sporen, welche in den Präparaten gewonnen wurde, ist nicht sonderlich gross und mutmasslich sind die Sporangien bei der Fossilwandlung bereits zum grösseren Teil geleert gewesen. Die Sporen sind von sehr wechselnder Grösse, 40—50 μ. In der Regel sind sie recht schlecht erhalten, voller Runzeln und Risse. Sie sind sonst denen der vorhergehenden Art recht ähnlich, rund, ohne irgendwelche Skulptur. Es dürfte auf dem schlechten Erhaltungszustande beruhen, dass sie im allgemeinen keine Spur von den drei radiierenden Linien zeigen, die sich bei *Equisetites Nathorstii* finden. An manchen Exemplaren von Stabbarp sind diese doch deutlich zu sehen, und sie dürften sich wohl ebenso durchgehends gefunden haben wie bei der Spezies vorher. Auf Taf. 9, Fig. 1 sind sie an der obersten Spore zu sehen.

Sporophyllstände vom oben beschriebenem Typus kommen bei Höganäs, Stabbarp und Hör vor. Diese Lokalitäten sind von sehr verschiedenem Alter, die beiden ersteren gehören zum Rhät, Hör zum Lias. Die *Equisetites*-Arten, die von denselben bekannt sind, sind auch für jede Örtlichkeit verschieden, und ganz sicher gehören diese Sporophyllstände verschiedenen Arten an. Abgesehen davon dass die Exemplare von Stabbarp vielleicht etwas kleinere Schilder zeigen als die anderen, ist es indessen unmöglich irgendwelche Unterschiede zu entdecken, die einem Artenunterschied zu Grunde gelegt werden können.

Von *E. Nathorstii* unterscheiden sich die vorliegenden Sporophyllstände durch die gewölbten Schilder, welche in der Mitte eine Vertiefung zeigen, und durch von dieser nach den Ecken gehende Leisten in sechs Felder eingeteilt sind. Die Sporen sind auch grösser. Es könnte vielleicht eine Möglichkeit vorhanden sein, dass diese beiden Formen zur selben Art gehören, so dass *E. Nathorstii* ein jugendliches Exemplar wäre, das noch nicht die volle Grösse oder Ausbildung der Schilder erreicht hätte. Dass das Exemplar tatsächlich jünger ist als die anderen geht daraus hervor, dass es seine Sporen noch nicht ausgesäet hat. Die Abweichungen dürften jedoch zu gross sein um nur hierauf zu beruhen, vielmehr stellen die beiden Formen wohl verschiedene Arten dar.

Im ganzen genommen haben die nun beschriebenen Sporophyllstände denselben Bau und dasselbe Aussehen wie bei den kräftigeren heutigen *Equisetum*-Arten. Sie haben doch sicherlich einen festeren, vielleicht holzartigen Bau gehabt, was schon aus dem Aussehen der Abdrücke zu entnehmen ist. Die Schilder werden auch sehr oft allein getroffen, und dürften sicherlich nach Aussaat der Sporen von der Spindel abgefallen sein. Eine Abweichung liegt auch in der grösseren Anzahl Sporangien an jedem Sporophyll, sofern die Spuren an der Unterseite der Schilder wirklich mit den Sporangien etwas gemein haben. Die Sporen sind etwas grösser als bei den heutigen Arten. Wie einige Exemplare zeigen, hatten sie schliesslich die nämlichen drei zusammentreffenden Linien wie bei der vorhergehenden Art.

Die schon von NATHORST hervorgehobene Ähnlichkeit mit *Kaidacarpum* und besonders mit *K. sibiricum* HEER gibt Anlass zu der Frage, ob nicht noch ein Teil von dem, was unter diesem Gattungsnamen geht, vielleicht in Wirklichkeit Sporophyllstände von Equisetaceen sind. Was speziell *K. sibiricum* anbelangt, so hat HEER selbst betont (3, S. 30), dass seine Abbildungen wahrscheinlich verschiedenen Pflanzen angehören. Seine Taf. 15, Fig. 9—12, 14—16 (2) zeigen Exemplare mit demselben Aussehen wie die Sporophyllstände aus Schonen, nur dass sie bedeutend grösser sind, mit einem Durchmesser der Schilder von sogar bis 5 mm. Das Exemplar Fig. 13 auf derselben Tafel scheint dahingegen ganz anderer Art zu sein. HEER sprach in seiner späteren Arbeit (3, S. 30) die Meinung aus, dass das letztere Exemplar wirklich eine Pandanee sei, während die anderen in Gemässheit der damaligen aber bereits aufgegebenen Meinung NATHORSTS den Balanophoreen beigestellt wurden. In der paläobotanischen Abteilung des Naturhistorischen Reichsmuseums zu Stockholm befinden sich ein paar Schilder von *Kaidacarpum sibiricum*. In durch Bleichen der verkohlten Substanz hergestellten Präparaten habe ich vergeblich nach Sporen gesucht. Ein negativer Ausfall beweist indessen nichts, und ich halte es nicht für unwahrscheinlich, dass die Pflanze eine Equisetacee sein kann. Doch ist zu bemerken, dass an derselben Örtlichkeit vegetative Reste von anderen Equisetaceen als *Phyllotheca sibirica* nicht vorkommen. Von anderen Arten von *Kaidacarpum* scheint mir eigentlich nur noch *K. parvulum* HEER (2, S. 86, Taf. 15, Fig. 17) möglicherweise im Verdacht stehen zu können, eine Equisetacee zu sein.

Zusammenfassung.

Die mesozoischen Ablagerungen von Schonen haben bisher neun Arten von Equisetaceen ergeben und ausserdem mindestens zwei verschiedenen Formen angehörige isolierte Sporophyllstände. Von diesen neun Arten gehören acht zur Gattung *Equisetites*, die neunte ist SCHIMPERS *Schizoneura hoerensis*, welche ich in eine neue Gattung, *Neocalamites*, einreihe. Jede einzelne der *Equisetites*-Arten hat eine sehr geringe vertikale Verbreitung, und da die meisten Fundstätten etwas verschiedenen Alters sind, werden sie in der Regel durch ihre verschiedenen Arten gekennzeichnet. Die *Equisetites*-Arten sind, nach dem geologischen Alter (von oben nach unten) geordnet:

Lias	*Equisetites Mobergii* MÖLLER n. sp.	Kurremölla: Dompäng?
	» *scanicus* (STERNB.)	Hör.
	» *subulatus* n. sp.	Hör.
	cf. Beani (BUNB.) SEWARD	Hör.
Rhät	*Equisetites Münsteri* STERNB.	Höganäs jüngere, Helsingborg; die Zone mit *Dictyophyllum acutilobum*.
	» *praelongus* n. sp.	Stabbarp, die Zone mit *Thaumatopteris Schenki*.
	» *gracilis* (NATH.)	Stabbarp, Skromberga, die Zone mit *E. gracilis*.
	» *laevis* n. sp.	Bjuf (und Billesholm?), die Zone mit *Dictyophyllum exile*.

Die *Schizoneura hoerensis* SCHIMPER ist sicher nicht identisch mit HISINGERS *Calamites hoerensis* und scheint bei Hör garnicht vorzukommen, sondern auf die rhätische Formation beschränkt zu sein. Allem Anschein nach hatte sie die Blätter in allen Stadien vollkommen von einander getrennt. Damit die Gattung *Schizoneura* in der ursprünglichen und einzig passenden Begrenzung beibehalten werden könne, sind diese Spezies wie gleichfalls *Sch. Meriani* (BRONGN.) SCHIMP. und *Sch. Carrerei* ZEILLER abgetrennt und unter dem neuen Gattungsnamen *Neocalamites* zusammengeführt worden. Durch diesen Namen soll die Übereinstimmung, die in gewissen Hinsichten mit den Calamiten aus den älteren Formationen vorhanden ist, betont werden. Die zarteren Stämme mit den freien, halmenartigen, 1-nervigen Blättern erinnern in hohem Grade an die blättertragenden Sprosse gewisser Calamarien, hauptsächlich vom *Asterophyllites*-Typus. Leitbündel, welche bald an den Noden alternieren, bald sie durchqueren, sind 2—3 mal so viele als Blätter an jedem Nodus und durchlaufen demnach mindestens zwei Internodien, bevor sie in die Blätter hinaustreten, ein Verhältnis, das sich ja bei vielen Calamiten findet. Abgesehen davon dass die Fruktifikationsorgane nicht bekannt sind und ebenso wenig, ob ein sekundäres Dickenwachstum vorkam, hält es schwer einige wichtigere Charaktere ausfindig zu machen, welche die *Neocalamites*-Arten von gewissen Calamiten unterscheiden. Bevor etwas mehr über den Bau bekannt ist, dürfte es wohl zu früh sein, irgendwelche Schlüsse über die Abstammung der *Neocalamites*-Arten zu ziehen, wohl aber sind recht triftige Gründe vorhanden, sie als direkte Abkömmlinge von den paläozoischen Calamiten abzuleiten.

Nur zwei zweigtragende Exemplare sind von *N. hoerensis* gefunden worden. Die Zweige gehen nur von einzelnen Noden aus, und zwar einer oder möglicherweise zwei gegenständige von jedem. Ein Präparat von der Epidermis des Stammes zeigt, —

sofern das Exemplar tatsächlich hierhergehört, was nicht absolut sicher ist — dass diese nicht wie bei *Equisetum* Spaltöffnungen hatte. Dies hängt wohl damit zusammen, dass die Blätter ausgebildete Spreiten hatten, so dass der Stamm nicht für Assimilierung und Transpiration in Anspruch genommen zu werden brauchte.

Die *Equisetites*-Arten stimmen im grossen Ganzen mit den heutigen Formen von *Equisetum* überein. Doch kann bemerkt werden, dass der Stamm relativ häufig eine glatte Oberfläche, ohne Riefen und Rillen, hatte. Bei mehreren der Arten, *E. laevis*, *E. praelongus* und *E. scanicus*, kommen an der Blattscheide und der Oberfläche des Stammes zunächst unter den Noden charakteristische Skulpturformen vor, welche wohl wie bei *Equisetum* mit der Einbettung von Kieselerde zusammenhängen.

E. scanicus ist STERNBERGS *Bajera scanica*, von der bereits SCHENK nachgewiesen, dass es eine Equisetacee sei, obgleich er sie irrtümlich auf *E. Münsteri* zurückführt. Einige Exemplare mit sowohl der Oberfläche als dem Inneren des Stammes erhalten zeigen, dass Leitbündel ungefähr dreimal so viel vorhanden sind als Blätter in der Scheide. Sie müssen also gerade wie bei *Neocalamites* mehrere Internodien durchlaufen haben und nicht nur ein einziges wie bei *Equisetum*. In Anbetracht des regelmässigen Stammbaues, der die heutige Gattung kennzeichnet, muss diese Abweichung als wichtig genug angesehen werden, zumal sie gleichzeitig in der Richtung der Calamiten deutet.

Zwei Formen von Sporophyllständen von Equisetaceen, *E. Nathorstii* und *E. suecicus*, sind in Schonen gefunden worden. Die erstere Spezies wird nur durch ein einziges Exemplar repräsentiert, dessen Hauptinteresse darin liegt, dass die Sporen erhalten sind. Nach Form und Grösse stimmen diese gut mit den heutigen *Equisetum*-Sporen überein, haben aber einen festeren Bau der Membrane. Von Elateren ist keine Spur vorhanden, aber es ist sehr möglich, dass solche vorhanden gewesen sind, obgleich sie als wenig widerstandsfähig nicht erhalten geblieben sind. An jeder Spore sind drei, in einem Winkel von 120° zusammentreffende Linien, welche ohne Zweifel die Eindrücke von den Schwesterzellen der Tetrade bilden. Derartige Linien sind ja in den anderen Pteridophytengruppen gewöhnlich, fehlen aber an den heutigen *Equisetum*-Sporen. Die nämlichen Bildungen finden sich auch an Sporen von paläozoischen Calamarien. Da sie auch bei *E. suecicus*, der zweiten mesozoischen Equisetacee, deren Sporen bis jetzt bekannt sind, vorkommen, hat es den Anschein, als ob die Sporen der Equisetaceen zu jener Zeit noch nicht ihre heutige eigenartige Ausbildung erhalten hatten. Gleichzeitig nähern sich die Sporen der mesozoischen Formen hierin der der Calamiten und ebenfalls dem in den anderen Pteridophytenserien vorherrschenden Sporentypus.

Die Sporophyllstände, die ich unter dem Namen *E. suecicus* aufgenommen habe, wurden 1878 von NATHORST als *Kaidacarpum suecicum* beschrieben und damals zu den Pandanaceen gezählt. Sie haben indessen Sporen, ähnlich denen der vorhergehenden Spezies obwohl schlechter beibehalten, und gehören sicher einem *Equisetites* an. Die Art ist ganz provisorisch und umfasst wahrscheinlich die Sporophyllstände verschiedener Formen. Es ist nicht unmöglich, dass auch einige andere *Kaidacarpum*-Arten zu Equisetiten gehören können, wenn auch die meisten anderer Natur sind. Die Sporophyllstände von *E. suecicus* stimmen in der Hauptsache mit denen von heutigen *Equisetum*-

Arten überein. Sie hatten doch wahrscheinlich einen festeren Bau, und die Schilder dürften nach Aussaat der Sporen von der Spindel abgefallen sein. Die Anzahl Sporangien an jedem Sporophyll scheint auch grösser gewesen zu sein.

Durch den Bau des Stammes und das Aussehen der Sporen bieten manche der mesozoischen *Equisetites*-Formen unleugbar eine gewisse Ähnlichkeit mit den Calamarien dar. Diese Charakterzüge sind freilich nicht ausreichend um die Linien für die Abstammung der Equisetiten zu ziehen, dürften aber doch in dieser Hinsicht von einiger Bedeutung sein. Was weiter erforderlich ist, ist teils strukturerhaltenes Material, teils und vielleicht vornehmlichst eine nähere Kenntnis von den spärlichen und zu einem Teil zweifelhaften Resten von *Equisetites*-Arten aus den älteren Formationen.

Literatur-Verzeichnis.

ANDRAE, K. J. (*1*). Beiträge zur Kenntniss der fossilen Flora Siebenbürgens und des Banates. Abhandl. k. k. geol. Reichsanstalt. Vol. 2. Abth. 3. N:o 4. 1855.

ARBER, E. A. NEWELL (*1*). Catalogue of the Fossil Plants of the Glossopteris Flora in the Department of Geology British Museum (Natural History). London 1905.

BAKER, J. G. (*1*). Handbook of the Fern-Allies. London 1887.

BARTHOLIN, C. T. (*1*). Nogle i den bornholmske Juraformation forekommende Planteforsteninger. 1. Botan. Tidskr. Bd. 18. Kjøbenhavn 1892.

BERGER, H. A. (*1*). Die Versteinerungen der Fische und Pflanzen im Sandsteine der Coburger Gegend. Coburg 1832.

BRAUN, F. (*1*). Die fossilen Gewächse aus den Grenzschichten zwischen dem Lias und Keuper u. s. w. Flora. Neue Reihe. 5 Jahrg. Regensburg 1847.

BRAUNS, D. (*1*). Der Sandstein bei Seinstedt unweit des Fallsteins etc. Palæontographica. 9. 1862.

BRONGNIART, Ad. (*1*). Histoire des végétaux fossiles. Paris 1828.

— (*2*). Prodrome d'une histoire des végétaux fossiles. Paris 1828.

— (*3*). Tableau des genres des végétaux fossiles (Extrait du Dictionnaire universel d'histoire naturelle). Paris 1849.

BUCKMAN, J. (*1*). On some fossil plants from the Lower Lias. Quart. Journ. Geol. Soc. Vol. 6. 1850.

BUNBURY, C. J. F. (*1*). On some fossil plants from the Jurassic Strata of the Yorkshire Coast. Quart. Journ. Geol. Soc. Vol. 7. 1851.

BUREAU, E. (*1*). Sur la première plante fossile envoyée de Madagascar. C. R. Acad. Sci. 130. 1900.

CARRUTHERS, W. (*1*). British Fossil Pandanaceæ. Geol. Mag. Vol. 6 [1]. 1869.

COMPTER, G. (*1*). Die fossile Flora des unteren Keupers von Ostthüringen. Zeitschr. f. Naturwiss. 67. 1894.

DUNKER, W. (*1*). Monographie der Norddeutschen Wealdenbildungen. Braunschweig 1845.

ETTINGSHAUSEN, C. VON (*1*). Beiträge zur näheren Kenntniss der Calamiten. Sitzungsber. d. k. k. Akad. d. Wissenschaften. Bd. 9. 1852.

— (*2*). Beiträge zur Flora der Vorwelt (HAIDINGERS Naturwiss. Abhandl. Bd. 4. Wien 1851).

FEISTMANTEL, O. (*1*). Jurassic Flora of the Rajmahal Group in the Rajmahal Hills. Palæontologia Indica. Ser. 2. Vol. 1. Pt. 2. 1877.

— (*2*). The Flora of the Talchir-Karharbari Beds. Ibid. Ser. 12. Vol. 3. Pt. 1. 1879.

— (*3*). The Flora of the Damuda-Panchet Divisions. Ibid. Ser. 12. Vol. 3. Pt. 2, 3. 1880.

— (*4*). The Fossil Flora of the South Rewah Gondwana Basin. Ibid. Ser. 12. Vol. 4. Pt. 1. 1882.

FONTAINE, W. M. (*1*). Contributions to the knowledge of the older mesozoic Flora of Virginia. U. S. Geol. Surv. Monographs. 6. 1883.

GOEPPERT, H. R. (*1*). Ueber die fossile Flora der mittleren Juraschichten in Oberschlesien. Uebers. d. Arb. und Veränder. d. schles. Gesellschaft für vaterl. Kultur im Jahre 1845.

HALLE, TH. G. (*1*). Några anmärkningar om Skånes mesozoiska Equisetacéer. Förelöpande meddelande. Arkiv för Botanik. B:d 7. N:o 7. 1907.

HARTZ, N. (*1*). Planteforsteninger fra Cap Stewart i Østgrønland, med historisk Oversigt. Meddel. om Grønland. 19. 1896.

HEER, O. (*1*). Die Urwelt der Schweiz. Zürich 1865. (2:te Aufl. 1879.)

— (*2*). Beiträge zur Jura Flora Ostsibiriens und des Amurlandes. Flora fossilis arctica. Vol. 4. Th. 2. 1877.

— (*3*). Nachträge zur Jura-Flora Sibiriens. Ibid. Vol. 6. Th. 2. 1880.

HISINGER, W. (*1*). Lethæa suecica seu petrificata Sueciæ, supplementum secundum. Stockholm 1840.
JEFFREY, E. C. (*1*). The Development, Structure and Affinities of the genus Equisetum. Mem. Boston Soc. Nat. Hist. Vol. 5. N:o 5. 1899.
JAEGER, G. F. (*1*). Ueber die Pflanzenversteinerungen, welche in dem Bausandstein von Stuttgart vorkommen. Stuttgart 1827.
KIDSTON, R. (*1*). On the occurrence of the genus Equisetum (E. Hemingwayi Kidston) in the Yorkshire Coal-Measures. Ann. Mag. Nat. Hist. Vol. 9. 1892.
LINDLEY, J. and HUTTON, W. (*1*). The Fossil Flora of Great Britain. Vol. 1—3. London 1831—37.
MILDE, J. (*1*). Monographia Equisetorum. Nova Acta Acad. Leop. Carol. 1867.
MÖLLER, HJ. (*1*). Bidrag till Bornholms fossila flora. Del 1. Lunds Universitets Arsskrift. Vol. 38. 1902.
NATHORST, A. G. (*1*). Om floran i Skånes kolförande bildningar. 1. Floran vid Bjuf. Sveriges Geol. Unders. Ser. C. N:o 27. 1878; N:o 33. 1879; N:o 3. 1886.
— (*2*). D:o. 2. Floran vid Höganäs och Helsingborg. Ibidem Ser C. N:o 29. Aftryck ur K. Svenska Vetenskaps-Akad. Handl. Bd. 16. N:o 7. 1878.
— (*3*). Om de växtförande lagren i Skånes kolförande bildningar och deras plats i lagerföljden. Geol. Fören. i Stockholm Förhandl. Bd. 5. 1880.
— (*4*). Berättelse, afgifven till Kongl. Vetenskaps-Akademien, om en med understöd af allmänna medel utförd vetenskaplig resa till England. Öfvers. af K. Vetenskaps-Akad. Förhandl. N:o 5. 1880.
— (*5*). Berättelse, afgifven till Kongl. Vetenskaps-Akademien om en med understöd af allmänna medel utförd vetenskaplig resa till Schweiz och Tyskland. Ibid. N:o 1. 1881.
— (*6*). Beskrifning till geologiska kartbladet Trolleholm. Sveriges Geol. Unders. Ser. A a. N:o 87. 1885.
NEWBERRY, J. S. (*1*). Fossil Fishes and Fossil Plants of the triassic rocks of New Jersey and the Connecticut Valley. U. S. Geol. Surv. Monographs. 14. 1889.
NILSSON, S. (*1*). Om Försteningar och Aftryck af tropiska trädslag och deras blad, funne i ett sandstenslager i Skåne. K. Vetenskaps-Acad. Handl. för år 1820.
OLDHAM, T. and MORRIS, J. (*1*). Fossil Flora of the Rajmahal Series in the Rajmahal Hills. Palæontologia Indica. Ser. 2. Vol. 1. Pt. 1. 1863.
PETZHOLDT, A. (*1*). Ueber Calamiten und Steinkohlenbildung. 1841.
PHILLIPS, J. (*1*). Illustrations of the geology of Yorkshire. The Yorkshire Coast. York 1829. (Third edition. London. 1875.)
POTONIÉ, H. (*1*). Lehrbuch der Pflanzenpalæontologie. Berlin 1899. Abth. 4. 1900.
— (*2*). Fossile Equisetaceæ. ENGLER und PRANTL: Die nat. Pflanzenfam. Th. 1. Abt. 4. 1900.
RACIBORSKI, M. (*1*). Flora retycka w Tatrach. Osobne odbicie z Tomu 21. Rozpraw Wydziatu matematyczno-przyrodniczego Akademii Umiejetnos'ci w Krakowie. Kraków. 1890.
— (*2*). Flora retycka pótnocnego stoku gór Swietokrzyskich. Osobne odbicie z Tomu 23. Ibidem. Kraków. 1891.
— (*3*). Przyczynek do flory retyckiej polski. Osobne odbicie z Tomu 22. Ibidem. Kraków. 1892.
— (*4*). Flora Kopalna ogniotrwalych glinek krakowskich. Czesc. 1. Rodniowce (Archegoniatæ). Osobne obdicie z Tomu osiemnastega Pamietnika mat.-przyrodniczego Akademii Umiejetnos'ci. Kraków. 1894.
SAPORTA, G. DE (*1*). Plantes Jurassiques. Paléontologie française. 2:e Série. Végétaux. T. 1. 1873.
— (*2*). Flore fossile du Portugal. Direction des travaux géologiques du Portugal. 1894.
SCHENK, A. (*1*). Die fossile Flora der Grenzschichten des Keupers und Lias Frankens. Wiesbaden 1867.
— (*2*). Jurassische Pflanzen. In RICHTHOFEN: China. Vol. 4. 1883.
— (*3*). Die während der Reise des Grafen Bela Szechenyi in China gesammelten fossilen Pflanzen. Palæontographica. 31. 1885.
— (*4*). Fossile Pflanzen aus der Albourskette. Bibliotheca Botanica. Heft 6. 1887.
— (*5*). Die fossilen Pflanzenreste. Breslau 1888.
SCHIMPER, W. PH. (*1*). Traité de paléontologie végétale. T. 1. Paris 1869.
— et MOUGEOT, A. (*1*). Monographie des plantes fossiles du grès bigarré des Vosges. Leipzig 1844.
SCHOENLEIN, J. L. und SCHENK, A. (*1*). Abbildungen der fossilen Pflanzen aus dem Keuper Frankens. Wiesbaden 1865.
SCOTT, D. H. (*1*). Studies in Fossil Botany. 1900.
— (*2*). Siehe WILLIAMSON and SCOTT (*1*).
SEWARD, A. C. (*1*). Catalogue of the Mesozoic Plants in the Department of Geology, British Museum (Nat. Hist.). The Wealden Flora. Pt. 1. 1894.
— (*2*). Fossil Plants for Students of Botany and Geology. Vol. 1. Cambridge 1898.
— (*3*). Catalogue of the Mesozoic Plants etc. Jurassic Flora. Vol. 1. The Yorkshire Coast. 1900.
— (*4*). Catalogue of the Mesozoic Plants etc. Jurassic Flora. Vol. 2. Liassic and Oolitic Floras of England. 1904.
SOLMS-LAUBACH, H. GRAF ZU (*1*). Einleitung in die Paläophytologie. Leipzig 1887.

STERNBERG, C. VON (*1*). Versuch einer geognostisch-botanischen Darstellung der Flora der Vorwelt. Bd. 1. 1820—25. Bd. 2. 1833—38.

STOPES, M. C. (*1*). The Flora of the Inferior Oolite of Brora (Sutherland). Quart. Journ. Geol. Soc. Vol. 68. N:o 251. 1907.

STUR, D. (*1*). Die Lunzer-(Lettenkohlen-)Flora in den »Older Mesozoic beds of the Coal-Field of Eastern Virginia». Verhandlungen der k. k. geol. Reichsanstalt. N:o 10. 1888.

TÖRNEBOHM, A. E. och HENNIG, A. (*1*). Beskrifning till Blad 1 och 2. Sveriges Geol. Unders. Ser. A 1, a. 1904.

UNGER, F. (*1*). Genera et species plantarum fossilium. Vindobonæ 1850.

WILLIAMSON, W. C. and SCOTT, D. H. (*1*). Further Observations on the Organization of the Fossil Plants of the Coal-measures. Pt. 1. *Calamites*, *Calamostachys* and *Sphenophyllum*. Phil. Trans. Ser. B. Vol. 185. 1895.

ZEILLER, R. (*1*). Flore fossile des gîtes de charbon du Tonkin. Études des gîtes minéraux de la France. 1903.

ZIGNO, A. DE (*1*). Flora fossilis formationis oolithicæ. Vol. 1. 1856—68. Vol. 2. 1873—85.

Druckfehler.

Seite 28, Zeile 19 von unten lies der Tetrade anstatt im Tetraeder.
" " " 20 " " " dass " das.

TAFELERKLÄRUNGEN

WO NICHT ANDERS ANGEGEBEN, SIND DIE ABBILDUNGEN IN NATÜRLICHER GRÖSSE DARGESTELLT

TAFEL I

Neocalamites hoerensis (Schimper).

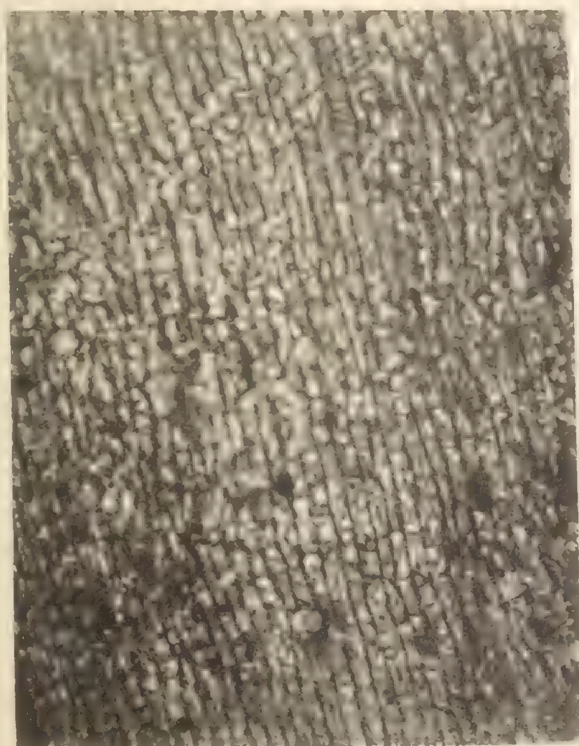
Fig. 1. Älterer Stamm mit deutlichen Blattnarben und einem am Nodus ausgehenden Zweig.
2. Abgelöstes Stück der Rinde mit daransitzenden Blättern.
» 3. Blättertragender Stamm.
4. Epidermis des Zweiges Taf. 2, Fig. 3; ungefähr $\frac{100}{1}$.



1



2



4

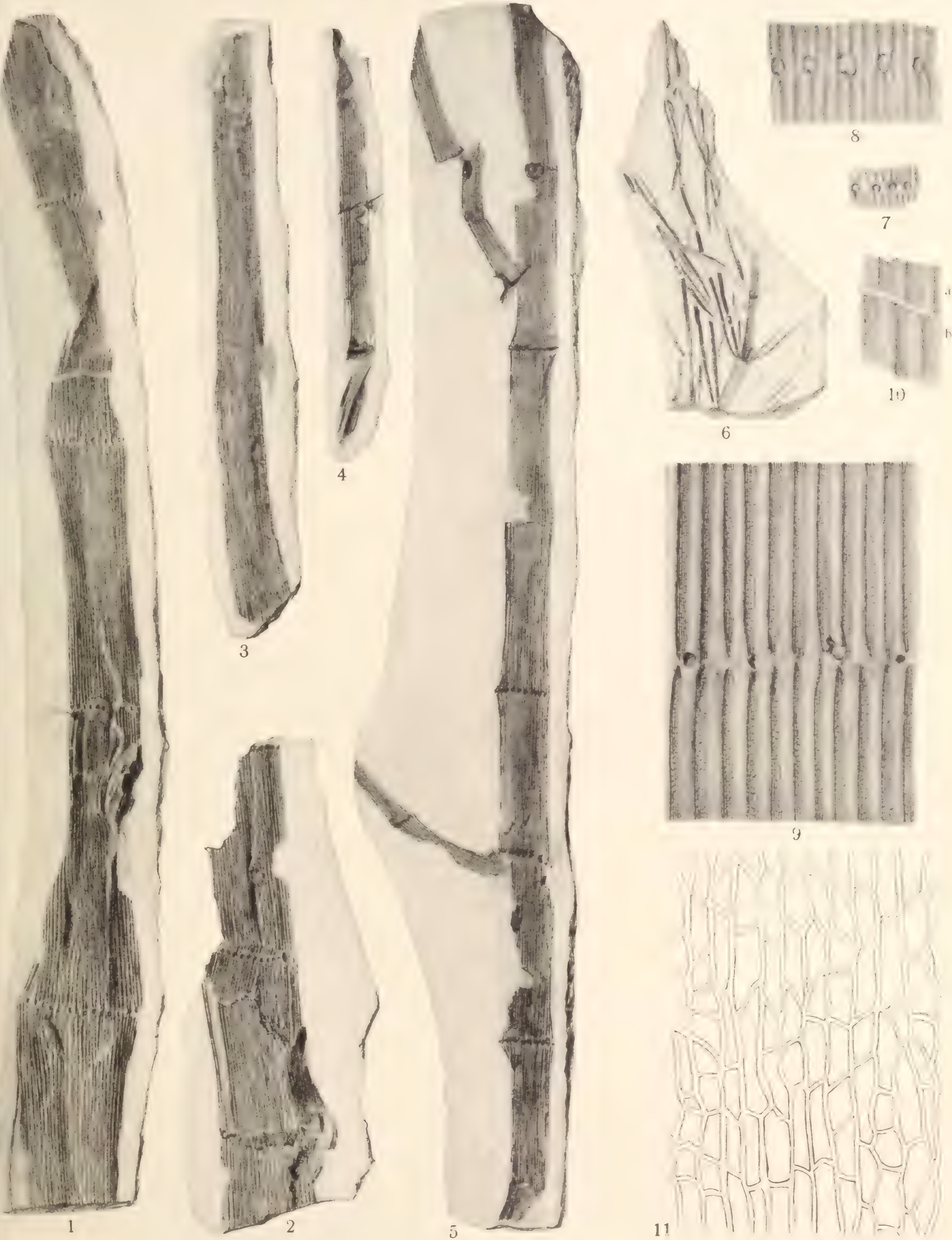


Th. Ekblom phot. Ljustr. Justus Cederquist, Sthlm.

TAFEL 2

Neocalamites hoerensis (SCHIMPER).

Fig. 1, 2. Blätterlose Stämme mit deutlichen Blattnarben.
3, 4. Zweige.
5. Stamm mit einem abgehenden Zweig.
6. Zarter, blättertragender Zweig.
7, 8, 9. Partien von Noden mit Blattnarben. Fig. 7: $\frac{2}{1}$. Fig. 8: $\frac{4}{1}$. Fig. 9: $\frac{6}{1}$. In Fig. 9 ist die rechteckige Skulptur in den Furchen am Steinkern zu sehen.
10. Bei *a* der plattgedrückte Steinkern; bei *b* Abdruck von der äusseren Oberfläche. Die rechteckige Skulptur am Steinkern in den Furchen, auf dem Abdruck an den Leisten. $\frac{6}{1}$.
11. Epidermis des Zweiges Fig. 3, ungefähr $\frac{225}{1}$.



Th. Ekblom del.

Ljustr. Justus Cederquist, Sthlm.

TAFEL 3

Equisetites laevis n. sp.

Fig. 1—5. An den Noden abgebrochene Stammteile, mit Kommissuralfurchen.
6. Stammteil mit 2 Noden.
7. Noden mit Basalteilen der Scheiden.
8, 9. Wie vorher, von oben her abgeplattet.
10. Diaphragma, radiierende Eindrücke ringsum den Rand zeigend und von der Scheide umgeben.
11. Partie von der Epidermis. $\frac{500}{1}$.

Equisetites gracilis (NATHORST).

Fig. 12, 13. Stämme mit Blattscheiden. Unter den Noden losgerissene Diaphragmen.
14. Blattscheide.
15, 16. Noden mit Blattscheiden und Diaphragmen. $\frac{4}{1}$.
17, 18. Rhizome.

Equisetites praelongus n. sp.

Fig. 19, 20. Stammteile mit Noden.
21, 22. Scheiden.
23—25. Stammteile mit Noden.
26 (?). Rhizom.



C. Hedelin et Th. Ekblom del.

Ljustr. Justus Cederquist, Sthlm.

TAFEL 4

Equisetites praelongus n. sp.

Fig. 1—5. Stammteile mit Noden und Blattscheiden.
6—8. Blattscheiden.
9. Nodus mit Blattscheide, von oben her abgeplattet.
10. Partie einer Blattscheide, die Skulptur zeigend. $\frac{4}{1}$.
11—15.(?) Rhizome.
16. Stamm mit ungewöhnlich kurzer Scheide. Möglicherweise *E. Münsteri?*

Equisetites subulatus n. sp.

Fig. 17. Scheide.
18. Partie von der vorhergehenden. $\frac{3}{1}$.
19—23. Scheiden.

Equisetites conf. subulatus n. sp.

Fig. 24—26. Junge Sprossspitzen.

Equisetites Münsteri v. Sternberg.

Fig. 27—28. Noden mit Scheiden. In Fig. 27 treten die gekielten Kommissuralfurchen deutlich hervor.

Equisetites Mobergii Möller n. sp.

Fig. 29—34. Stammteile mit Scheiden.
35, 36. Isolierte Diaphragmen. Fig. 35, nat. Grösse, Fig. 36: $\frac{2}{1}$.
37. Scheide mit Zähnen. $\frac{3}{1}$.
38, 39.(?) Stammteile.



Th. Ekblom et C. Hedelin del.

Ljustr. Justus Cederquist, Sthlm.

Equisetites conf. Beani (Bunbury) Seward.

Fig. 1—3. Stammteile. In Fig. 1 und 2 sind an den Noden Astnarben zu sehen.
4, 5. Isolierte Diaphragmen.
6. Partie vom Rande des Diaphragmas Fig. 5, die Skulptur zeigend; vergrössert.
7, 8. Rhizome (?). An den Noden dickere Narben.



Th. Ekblom del.

Ljustr. Justus Cederquist, Sthlm.

TAFEL 6

Equisetites scanicus (v. STERNBERG).

Fig. 1. v. STERNBERGS Originalexemplar von *Bajera scanica* (*1*, Bd. 1. Taf. 47, Fig. 2).
2. Gegenstück zum vorigen.
» 3. Stammfragment.
4–7. Stammteile mit Noden. An dem Exemplar Fig. 7 eine Astnarbe.
8, 9. Stammteile.



C. Hedelin et Th. Ekblom del.

Ljustr. Justus Cederquist, Sthlm.

TAFEL 7

Equisetites scanicus (v. Sternberg).

Fig. 1, 2. Stammteile. In Fig. 2 sieht man oben einen Abdruck vom Inneren des Stammes, mit 3 mal so viel Leisten wie Blättern.
3. Nodus, Blattscheide und die inneren Leisten zeigend.
4—7. Blattscheiden.
8, 9. Blattscheiden. Abdruck der Innenseite mit punktförmigen Narben nach den Blattspurbündeln.
10.(?) Oberer Teil einer Scheide, mit freien Zähnen.
11, 12. Diaphragmen mit Blattscheiden. An dem Exemplar Fig. 12 Narben nach Seitenzweigen (oder Knospen).
13—17. Isolierte Diaphragmen.
18. Ein grösseres Diaphragma; inmitten auf demselben zwei kleinere.
19. Partie von einer Blattscheide, die Skulptur zeigend. $\frac{4}{1}$.
20. Stammteil mit ungewöhnlich kurzem Nodus und zahlreichen Blättern.
21.(?) Rhizom (?).
22. Partie vom vorhergehenden, vergrössert.

Equisetites scanicus (v. Sternberg) (?).

Fig. 23, 24. Steinkerne, Original zu Hisingers *Calamites hoerensis* (*1*, Taf. 38, Fig. 8).
25. Steinkern mit glatter Oberfläche.
26, 27. Steinkerne mit gerippter Oberfläche.



C. Hedelin et Th. Ekblom del. Ljustr. Justus Cederquist, Sthlm.

TAFEL 8

Equisetites scanicus (v. STERNBERG) (?).

Fig. 1—5. Stammteile. An den Exemplaren Fig. 2, 3, 5 an den Noden Narben nach den Blattspuren.

Unbekannte Equisetacee.

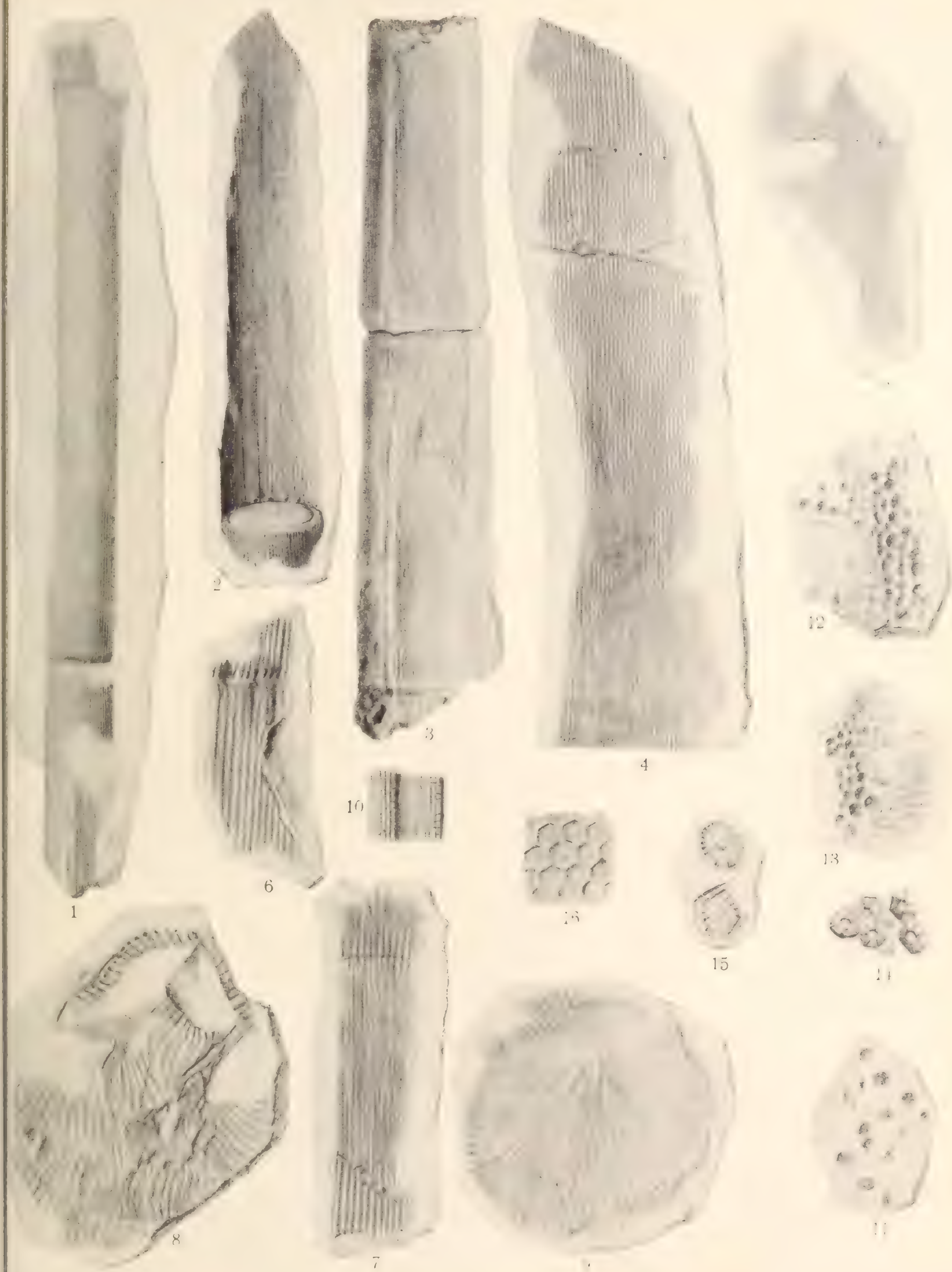
Fig. 6. 7. Stammteile.
8. 9. , von oben her zusammengedrückt.
10. Oberfläche des Stammes Fig. 6. $\frac{3}{1}$.

Equisetites (Equisetostachys) suecicus (NATHORST).

Fig. 11. Isolierte Schilder.
12. 13. Sporophyllstände.
14. Obere Fläche der Schilder. $\frac{2}{1}$.
15. Untere » » » $\frac{4}{1}$.

Equisetites (Equisetostachys) Nathorstii n. sp.

Fig. 16. Vergrösserte Partie des Sporophyllstandes Taf. 9, Fig. 10. $\frac{3}{1}$.



C. Hedelin et Th. Ekblom del.

Ljustr. Justus Cederquist, Sthlm.

TAFEL 9

Equisetites (Equisetostachys) suecicus (Nathorst).

Fig. 1—3. Sporen. $\frac{600}{1}$. An der oberen Spore Fig. 1 sind die drei radiierenden Linien zu sehen.
11. Abdruck von der Spindel eines Sporophyllstandes.
12—15. Sporophyllstände. Fig. 12 das Original zu Nathorsts *Kaidacarpum suecicum* (*2*, Taf. 6, Fig. 14, 14 a). Die Exemplare Fig. 12, 13 von Höganäs, 14 von Stabbarp, 15 von Hör.

Equisetites (Equisetostachys) Nathorstii n. sp.

Fig. 4, 5. Gruppen von Sporen. $\frac{275}{1}$.
6—9. Sporen. $\frac{500}{1}$.
10. Sporophyllstand; Abdruck und verkohlte Substanz. Auf derselben Photographie Diaphragma und Stammteil von *E. scanicus*.

Equisetites scanicus v. Sternberg (?).

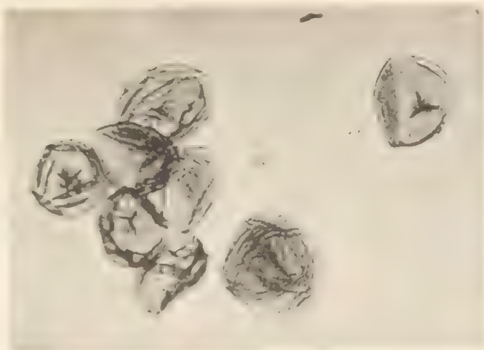
Fig. 16. Grosser Steinkern mit vielen Noden. $\frac{1}{5}$.
17. Partie des vorhergehenden, in natürlicher Grösse.

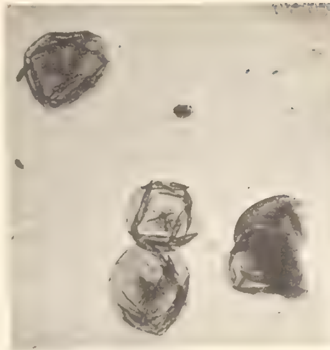


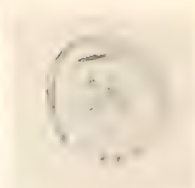
Tryckt den 9 maj 1908.

Uppsala 1908. Almqvist & Wiksells Boktryckeri-A.-B.


1

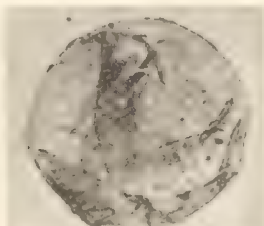

4


5


6

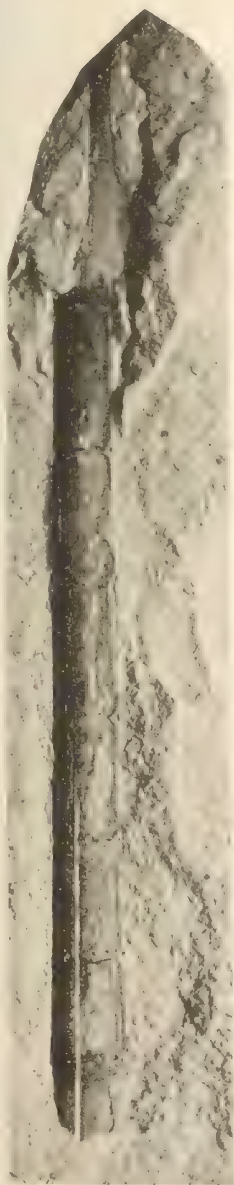

7

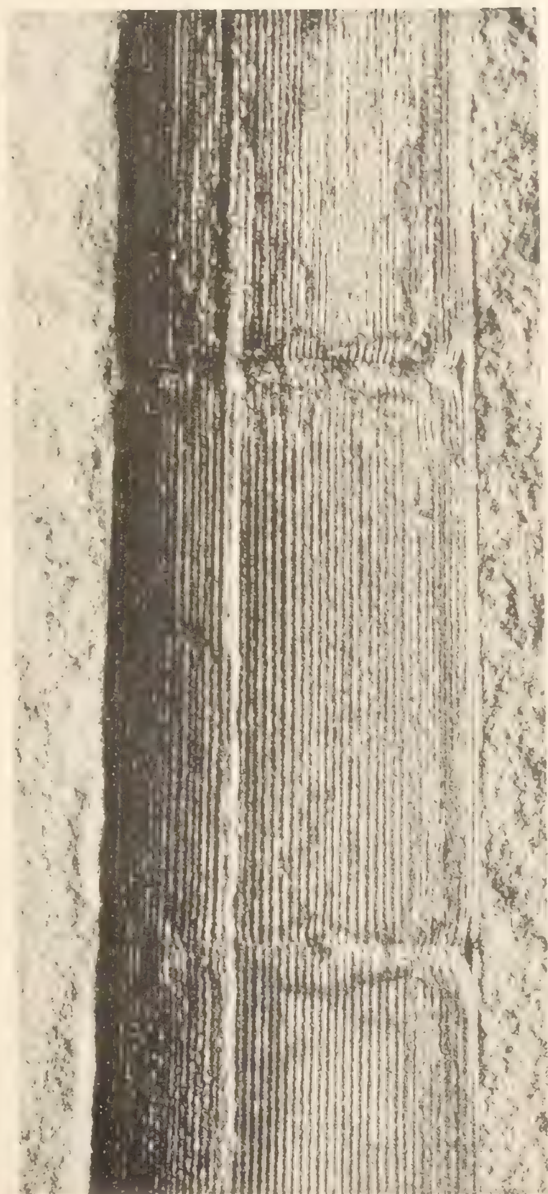

2

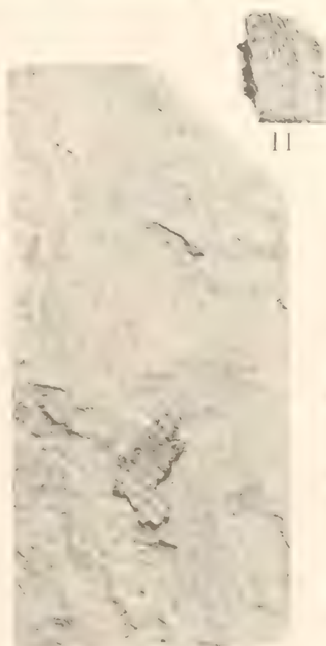

3

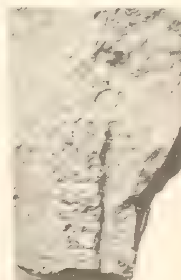

8

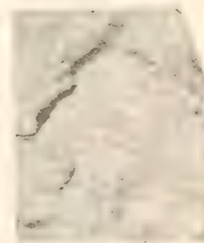

9


16

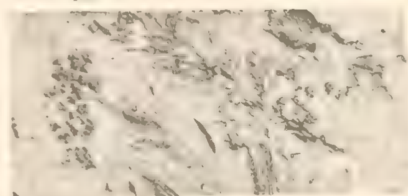

17

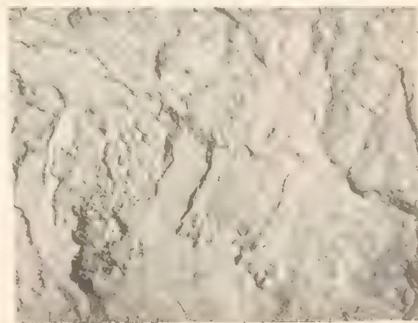

10


11


12

13


14


15

Ekblom phot. Ljustr. Justus Cederquist, Sthlm

KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 43. N:o 2.

DIE OPTISCHE ABBILDUNG IN HETEROGENEN MEDIEN

UND

DIE DIOPTRIK DER KRISTALLINSE DES MENSCHEN

VON

ALLVAR GULLSTRAND

MIT 4 TEXTFIGUREN

VORGELEGT AM 27. FEBRUAR 1908



UPPSALA & STOCKHOLM
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.
1908

1. Einleitung.

Die Abbildung durch heterogene Medien stellt ein fast vollständig unbekanntes Capitel der Dioptrik dar. Zwar sind die Gesetze der Strahlenvereinigung für den allgemeinen Fall schon bei HAMILTON implicite zu finden, dieselben blieben aber bisher in expliciter Form unbekannt, wozu wohl beigetragen haben möchte, dass die geniale Methode HAMILTONS relativ schwer zu penetriren ist. Und die später von anderen Forschern benutzte Methode, die Differentialgleichungen aus den gewöhnlichen Formeln für die Schnittweiten durch Limesübergang herzuleiten, hat zu theilweise falschen Resultaten geführt, indem die eine dieser Formeln nur durch Differentiation erhalten werden kann, und dementsprechend beim zweiten Limesübergang gewisse Glieder fehlen. Was wiederum die Vergrösserungscoefficienten betrifft, so scheint man sich bisher mit der Annahme begnügt zu haben, es gelte für dieselben eine ähnliche Formel wie in homogenen Medien, sobald dies mit den Schnittweiten der Fall ist.

In den bisherigen Untersuchungen der Dioptrik der Kristallinse des Auges haben nicht nur die obengenannten falschen Differentialgleichungen — nebst ähnlichen, die Aberration betreffenden — zu wesentlichen Irrthümern geführt, sondern es ist ein approximativer Ausdruck für die Variation des Brechungsindex in ganz derselben Weise zur Integration angewendet worden, als ob er mathematisch exakt wäre, was auch zu thatsächlich unmöglichen Resultaten geführt hat.

Hier werde ich nun zunächst die allgemeinen Gesetze erster Ordnung der optischen Abbildung entwickeln, und zwar theils für isotrope Medien mit continuirlich variablem Brechungsindex ohne jegliche Beschränkung der Aufgabe theils auch für solche Discontinuitäten der Indexvariation, welche als Trennungsflächen zwischen zwei verschiedenen isotropen Medien mit continuirlich variablem Brechungsindex dargestellt werden können, wobei jedoch Spitzen und Kanten an diesen Trennungsflächen sowie streifende Incidenz der Hauptstrahlen in denselben ausgeschlossen sind. Sodann sollen für den Fall einer Symmetrienbene die betreffenden Integralgleichungen deducirt und für den Fall eines Umdrehungssystems die Aberration auf der Achse ermittelt werden, wonach mit den so gewonnenen mathematischen Mitteln die Dioptrik der Kristallinse des menschlichen Auges untersucht werden soll.

Die Methode schliesst sich hierbei gewissermassen der von mir bei der Herleitung der allgemeinen Gesetze der optischen Abbildung in homogenen Medien[1] angewendeten an. Hier wie dort gehe ich, ohne irgend welche Annahme über die Natur des Lichtes zu machen, von der experimentell festgestellten Thatsache aus, welche im allgemeinen Brechungsgesetz ausgesprochen wird, und wenn ich die orthotomischen Flächen der Trajectorien Wellenflächen nenne, so geschieht das nur deshalb, weil dieser Name eingebürgert ist.

Wenn $\alpha \beta \gamma$ $\alpha' \beta' \gamma'$ die Richtungscosinus des einfallenden und gebrochenen Strahles, $\alpha_0 \beta_0 \gamma_0$ diejenigen der Normale der brechenden Fläche darstellen, $\mu \mu'$ die Brechungsindices und $i i'$ Einfalls- und Brechungswinkel sind, und eine beliebige Differenz vom Typus $\mu' \alpha' - \mu \alpha$ wie gebräuchlich mit $\Delta \mu \alpha$ bezeichnet wird, so ist der analytische Ausdruck des allgemeinen Brechungsgesetzes bekanntlich in den drei Gleichungen

$$\Delta \mu \alpha = \alpha_0 \Delta \mu \cos i$$
$$\Delta \mu \beta = \beta_0 \Delta \mu \cos i$$
$$\Delta \mu \gamma = \gamma_0 \Delta \mu \cos i$$

enthalten und kann, wenn $x_0 y_0 z_0$ Coordinaten an der brechenden Fläche sind, mithin $\alpha_0 dx_0 + \beta_0 dy_0 + \gamma_0 dz_0 = 0$ ist, in der Form

$$dx_0 \Delta \mu \alpha + dy_0 \Delta \mu \beta + dz_0 \Delta \mu \gamma = 0$$

dargestellt werden. Wenn nun der Unterschied der Brechungsindices infinite nach Null hin abnimmt, so geht der Winkel, den der gebrochene Strahl mit dem einfallenden bildet, in eine Krümmung über, und man kann demnach beim Limesübergang mit dem Linienelement $d\varkappa$ des gebeugten Strahles dividiren, wodurch die Gleichung

$$\frac{d(\mu \alpha)}{d\varkappa} dx_0 + \frac{d(\mu \beta)}{d\varkappa} dy_0 + \frac{d(\mu \gamma)}{d\varkappa} dz_0 = 0$$

resultirt. Es sind hierbei $x_0 y_0 z_0$ Coordinaten an der Fläche mit konstantem Brechungsindex, der *Isoindicialfläche*, welche, wenn der Brechungsindex als Funktion von den allgemeinen Coordinaten xyz eines im betreffenden Medium belegenen Punktes dargestellt wird, durch die Differentialgleichung

$$\frac{\partial \mu}{\partial x} dx_0 + \frac{\partial \mu}{\partial y} dy_0 + \frac{\partial \mu}{\partial z} dz_0 = 0$$

charakterisirt ist. Die Elimination ergiebt die drei Gleichungen

$$\frac{d(\mu \alpha)}{d\varkappa} = k \frac{\partial \mu}{\partial x}$$
$$\frac{d(\mu \beta)}{d\varkappa} = k \frac{\partial \mu}{\partial y}$$
$$\frac{d(\mu \gamma)}{d\varkappa} = k \frac{\partial \mu}{\partial z}$$

[1] Die reelle optische Abbildung. Diese Handlingar, Bd 41 N:o 3, 1906.

welche der Reihe nach mit $\alpha\beta\gamma$ multiplicirt und dann summirt werden. Da

$$\frac{d(\mu\alpha)}{d\varkappa} = \mu\frac{d\alpha}{d\varkappa} + \alpha\frac{d\mu}{d\varkappa}$$

u. s. w. ist, so erhält man unter Berücksichtigung der Beziehungen

$$\alpha^2 + \beta^2 + \gamma^2 = 1 \qquad \alpha d\alpha + \beta d\beta + \gamma d\gamma = 0 \qquad \alpha\frac{\partial\mu}{\partial x} + \beta\frac{\partial\mu}{\partial y} + \gamma\frac{\partial\mu}{\partial z} = \frac{d\mu}{d\varkappa}$$

das Resultat $k = 1$ und somit *die allgemeine Trajectoriengleichung:*

$$d\mu = \frac{d(\mu\alpha)}{d\varkappa}dx + \frac{d(\mu\beta)}{d\varkappa}dy + \frac{d(\mu\gamma)}{d\varkappa}dz$$

Wenn nun das Trajectorienbündel eine orthotomische Fläche haben soll, und $x_1 y_1 z_1$ Coordinaten eines auf dieser Fläche belegenen Punktes sind, so muss, wenn $x_1 y_1$ als unabhängige Variabeln angesehen werden,

$$dz_1 = -\frac{\alpha}{\gamma}dx_1 - \frac{\beta}{\gamma}dy_1$$

ein vollständiges Differential darstellen. Allgemein ist nun z. B.

$$d\alpha = \frac{\partial\alpha}{\partial x}dx + \frac{\partial\alpha}{\partial y}dy + \frac{\partial\alpha}{\partial z}\partial z = \left(\frac{\partial\alpha}{\partial x} - \frac{\alpha}{\gamma}\frac{\partial\alpha}{\partial z}\right)dx_1 + \left(\frac{\partial\alpha}{\partial y} - \frac{\beta}{\gamma}\frac{\partial\alpha}{\partial z}\right)dy_1$$

und es muss also beim Vorhandsein einer orthotomischen Fläche

$$\frac{\partial}{\partial y_1}\left(\frac{\alpha}{\gamma}\right) = \frac{\partial}{\partial x_1}\left(\frac{\beta}{\gamma}\right)$$

somit auch

$$\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{\alpha}{\gamma}\right) - \frac{\beta}{\gamma}\frac{\partial}{\partial z}\left(\frac{\alpha}{\gamma}\right) = \frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\beta}{\gamma}\right) - \frac{\alpha}{\gamma}\frac{\partial}{\partial z}\left(\frac{\beta}{\gamma}\right)$$

sein. Bei Ausführung der Differentiation erhält man unter Berücksichtigung der Beziehungen

$$d\gamma = -\frac{\alpha}{\gamma}d\alpha - \frac{\beta}{\gamma}d\beta \qquad \frac{d\alpha}{d\varkappa} = \alpha\frac{\partial\alpha}{dx} + \beta\frac{\partial\alpha}{\partial y} + \gamma\frac{\partial\alpha}{\partial z}$$

nebst der ähnlichen für $\frac{d\beta}{d\varkappa}$ die Gleichung

$$\frac{\partial\alpha}{\partial y} + \alpha\frac{d\beta}{d\varkappa} = \frac{\partial\beta}{\partial x} + \beta\frac{d\alpha}{d\varkappa}$$

welche, wenn beiderseits mit μ multiplicirt und $\alpha\beta\frac{d\mu}{d\varkappa}$ addirt wird, auf die Form

$$\frac{\partial(\mu\alpha)}{\partial y} + \alpha\left(\frac{d(\mu\beta)}{d\varkappa} - \frac{\partial\mu}{\partial y}\right) = \frac{\partial(\mu\beta)}{\partial x} + \beta\left(\frac{d(\mu\alpha)}{d\varkappa} - \frac{\partial\mu}{\partial x}\right)$$

gebracht werden kann. Auf dieselbe Weise erhält man, indem $y_{,}z_{,}$ bzw. $x_{,}z_{,}$ als unabhängige Variabeln behandelt werden, die beiden Gleichungen

$$\frac{\partial(\mu.\beta)}{\partial z}+\beta\left(\frac{d(\mu.\gamma)}{d\varkappa}-\frac{\partial\mu}{\partial z}\right)=\frac{\partial(\mu.\gamma)}{\partial y}+\gamma\left(\frac{d(\mu.\beta)}{d\varkappa}-\frac{\partial\mu}{\partial y}\right)$$
$$\frac{\partial(\mu.\gamma)}{\partial x}+\gamma\left(\frac{d(\mu.\alpha)}{d\varkappa}-\frac{\partial\mu}{\partial x}\right)=\frac{\partial(\mu.\alpha)}{\partial z}+\alpha\left(\frac{d(\mu.\gamma)}{d\varkappa}-\frac{\partial\mu}{\partial z}\right)$$

welche zusammen mit der ersteren den analytischen Ausdruck für die Bedingung einer orthotomischen Fläche enthalten. Die Elimination mit der allgemeinen Trajectoriengleichung ergiebt

$$\frac{\partial(\mu.\alpha)}{\partial y}=\frac{\partial(\mu.\beta)}{\partial x}\qquad\frac{\partial(\mu.\beta)}{\partial z}=\frac{\partial(\mu.\gamma)}{\partial y}\qquad\frac{\partial(\mu.\gamma)}{\partial x}=\frac{\partial(\mu.\alpha)}{\partial z}$$

d. h. der Ausdruck

$$dV=\mu.d\varkappa=\mu.(\alpha dx+\beta dy+\gamma dz)$$

stellt in einem Punkte, wo das Trajectorienbündel eine orthotomische Fläche hat, ein vollständiges Differential dar, und die Fläche $dV=0$ fällt mit der orthotomischen zusammen. Es kann somit dieser Ausdruck beliebig nach $\varkappa$ differentiirt werden, woraus beim Übergang auf einen nächstliegenden Punkt der Trajectorie folgt, dass auch in diesem die Fläche $dV=0$ eine orthotomische Fläche des Trajectorienbündels ist, mithin auch in diesem Punkte obenstehender Ausdruck ein vollständiges Differential darstellt u. s. w.

Es ist somit *der Inhalt der allgemeinen Trajectoriengleichung* damit identisch, dass, wenn das Trajectorienbündel beim Eintritt in das heterogene Medium eine orthotomische Fläche hat oder von einem in demselben belegenen Punkte ausgegangen ist

$$dV=\mu.d\varkappa=\mu.(\alpha dx+\beta dy+\gamma dz)$$

wo V die optische Länge ist und mit der HAMILTON'schen Funktion zusammenfällt, überall ein vollständiges Differential darstellt, und die Flächen $V=$ Const. überall orthotomische Flächen des Trajectorienbündels sind. Dass ein aus einem homogenen Medium in ein heterogenes gebrochenes Strahlenbündel, wenn im ersteren, auch beim Eintritt ins letztere eine orthotomische Fläche hat, wird auf dieselbe Weise wie beim Übergang zwischen zwei homogenen Medien bewiesen.

Sämmtliche Gesetze der optischen Abbildung werden nun durch Differentiation der allgemeinen Trajectoriengleichung deducirt, indem die Eigenschaften der orthotomischen Flächen — der Wellenflächen, wie ich sie der Kürze halber nenne — zu Hilfe gezogen werden. Zu beachten ist nur, dass hier die Ausdrücke von der Form $\frac{\partial\alpha}{\partial x}$ mit denjenigen bei HAMILTON identisch sind, während ich dieselbe Bezeichung früher für die hier mit $\frac{\partial\alpha}{\partial x_{,}}\cdots$ angegebenen Werthe verwendet habe.

2. Allgemeiner Fall.

Die Strahlenvereinigung in Medien mit continuirlich variablem Brechungsindex. Wird die Gleichung

$$\frac{d\alpha}{d\varkappa} = \alpha\frac{\partial\alpha}{\partial x} + \beta\frac{\partial\alpha}{\partial y} + \gamma\frac{\partial\alpha}{\partial z}$$

partiell nach x differentiirt, so ergiebt sich, da

$$\frac{d}{d\varkappa}\frac{\partial\alpha}{\partial x} = \alpha\frac{\partial^2\alpha}{\partial x^2} + \beta\frac{\partial^2\alpha}{\partial x\,\partial y} + \gamma\frac{\partial^2\alpha}{\partial x\,\partial z}$$

ist, die Gleichung

$$\frac{\partial}{\partial x}\frac{d\alpha}{d\varkappa} = \frac{d}{d\varkappa}\frac{\partial\alpha}{\partial x} + \left(\frac{\partial\alpha}{\partial x}\right)^2 + \frac{\partial\alpha}{\partial y}\frac{\partial\beta}{\partial x} + \frac{\partial\alpha}{\partial z}\frac{\partial\gamma}{\partial x}$$

Wählt man nun ein Coordinatensystem $\alpha = \beta = 0$, wo die Z-Achse also mit der Tangente der Trajectorie zusammenfällt, so sind die Ausdrücke von der Form $\frac{\partial\alpha}{\partial x}\cdots$ identisch mit denjenigen von der Form $\frac{\partial\alpha}{\partial x_{,}}\cdots$ und es ist

$$\frac{d}{d\varkappa}\frac{\partial\alpha}{\partial x} = \frac{d}{d\varkappa}\frac{\partial\alpha}{\partial x_{,}} + \left(\frac{d\alpha}{d\varkappa}\right)^2 \qquad d\gamma = 0 \qquad \frac{\partial\alpha}{\partial z} = \frac{d\alpha}{d\varkappa}$$

so dass die Gleichung

$$\frac{\partial}{\partial x}\frac{d\alpha}{d\varkappa} = \frac{d}{d\varkappa}\frac{\partial\alpha}{\partial x_{,}} + \left(\frac{\partial\alpha}{\partial x_{,}}\right)^2 + \frac{\partial\alpha}{\partial y_{,}}\frac{\partial\beta}{\partial x_{,}} + \left(\frac{d\alpha}{d\varkappa}\right)^2$$

resultirt. Auf dieselbe Weise erhält man durch den partiellen Differentialquotienten nach y die Gleichung

$$\frac{\partial}{\partial y}\frac{d\alpha}{d\varkappa} = \frac{d}{d\varkappa}\frac{\partial\alpha}{\partial y_{,}} + \frac{\partial\alpha}{\partial x_{,}}\frac{\partial\alpha}{\partial y_{,}} + \frac{\partial\alpha}{\partial y_{,}}\frac{\partial\beta}{\partial y_{,}} + \frac{d\alpha}{d\varkappa}\frac{d\beta}{d\varkappa}$$

und durch Differentiation des Werthes von $\frac{d\beta}{d\varkappa}$ die beiden Gleichungen

$$\frac{\partial}{\partial x}\frac{d\beta}{d\varkappa} = \frac{d}{d\varkappa}\frac{\partial\beta}{\partial x_{,}} + \frac{\partial\alpha}{\partial x_{,}}\frac{\partial\beta}{\partial x_{,}} + \frac{\partial\beta}{\partial x_{,}}\frac{\partial\beta}{\partial y_{,}} + \frac{d\alpha}{d\varkappa}\frac{d\beta}{d\varkappa}$$

$$\frac{\partial}{\partial y}\frac{d\beta}{d\varkappa} = \frac{d}{d\varkappa}\frac{\partial\beta}{\partial y_{,}} + \frac{\partial\alpha}{\partial y_{,}}\frac{\partial\beta}{\partial x_{,}} + \left(\frac{\partial\beta}{\partial y_{,}}\right)^2 + \left(\frac{d\beta}{d\varkappa}\right)^2$$

welche sämmtlich für ein Coordinatensystem $\alpha = \beta = 0$ giltig sind. In einem solchen bestehen aber, wie ich gezeigt habe, die Beziehungen

$$-\frac{\partial\alpha}{\partial x_{,}} = R = \frac{\cos^2\vartheta}{\tau_{,}} + \frac{\sin^2\vartheta}{\tau_{,,}} \qquad -\frac{\partial\beta}{\partial y_{,}} = T = \frac{\sin^2\vartheta}{\tau_{,}} + \frac{\cos^2\vartheta}{\tau_{,,}}$$

$$-\frac{\partial\alpha}{\partial y_{,}} = -\frac{\partial\beta}{\partial x_{,}} = S = \sin\vartheta\cos\vartheta\left(\frac{1}{\tau_{,}} - \frac{1}{\tau_{,,}}\right)$$

wo $\tau_{,}\tau_{,,}$ die Hauptkrümmungsradien der Wellenfläche, ϑ den Winkel darstellt, den die dem Krümmungsradius $\tau_{,}$ angehörende Hauptnormalebene mit der XZ-Ebene bildet. Werden nun nach Multiplikation mit μ die Werthe RST eingeführt, so erhält man aus den vier zuletzt angeführten Gleichungen unter Berücksichtigung der Beziehungen

$$\mu\frac{d\alpha}{d\varkappa}=\frac{\partial\mu}{\partial x}-\alpha\frac{d\mu}{d\varkappa} \qquad \mu\frac{d\beta}{d\varkappa}=\frac{\partial\mu}{\partial y}-\beta\frac{d\mu}{d\varkappa}$$

$$\mu\frac{\partial}{\partial x}\frac{d\alpha}{d\varkappa}=\frac{\partial^2\mu}{\partial x^2}-\frac{d\alpha}{d\varkappa}\frac{\partial\mu}{\partial x}-\frac{\partial\alpha}{\partial x}\frac{d\mu}{d\varkappa}-\alpha\frac{\partial}{\partial x}\frac{d\mu}{d\varkappa} \qquad \mu\frac{\partial}{\partial x}\frac{d\beta}{d\varkappa}=\frac{\partial^2\mu}{\partial x\,\partial y}-\frac{d\beta}{d\varkappa}\frac{\partial\mu}{\partial x}-\frac{\partial\beta}{\partial x}\frac{d\mu}{d\varkappa}-\beta\frac{\partial}{\partial x}\frac{d\mu}{d\varkappa}$$

$$\mu\frac{\partial}{\partial y}\frac{d\alpha}{d\varkappa}=\frac{\partial^2\mu}{\partial x\,\partial y}-\frac{d\alpha}{d\varkappa}\frac{\partial\mu}{\partial y}-\frac{\partial\alpha}{\partial y}\frac{d\mu}{d\varkappa}-\alpha\frac{\partial}{\partial y}\frac{d\mu}{d\varkappa} \qquad \mu\frac{\partial}{\partial y}\frac{d\beta}{d\varkappa}=\frac{\partial^2\mu}{\partial y^2}-\frac{d\beta}{d\varkappa}\frac{\partial\mu}{\partial y}-\frac{\partial\beta}{\partial y}\frac{d\mu}{d\varkappa}-\beta\frac{\partial}{\partial y}\frac{d\mu}{d\varkappa}$$

die drei für ein Coordinatensystem $\alpha=\beta=0$ geltenden Gleichungen

$$\frac{d(\mu R)}{d\varkappa}-\mu(R^2+S^2)=\frac{2}{\mu}\left(\frac{\partial\mu}{\partial x}\right)^2-\frac{\partial^2\mu}{\partial x^2}$$

$$\frac{d(\mu S)}{d\varkappa}-\mu S(R+T)=\frac{2}{\mu}\frac{\partial\mu}{\partial x}\frac{\partial\mu}{\partial y}-\frac{\partial^2\mu}{\partial x\,\partial y}$$

$$\frac{d(\mu T)}{d\varkappa}-\mu(S^2+T^2)=\frac{2}{\mu}\left(\frac{\partial\mu}{\partial y}\right)^2-\frac{\partial^2\mu}{\partial y^2}$$

da nämlich die zweite und dritte Gleichungen der ersteren Gruppe identisch die zweite Gleichung der letzteren geben. Wählt man nun das Coordinatensystem $\alpha=\beta=\vartheta=0$, und werden die Coordinaten in diesem System allgemein mit $x_n y_n z_n$ bezeichnet, so ergeben sich die allgemeingiltigen *Differentialgleichungen der Strahlenvereinigung:*

$$\frac{d}{d\varkappa}\left(\frac{\mu}{\tau_{,}}\right)-\frac{\mu}{\tau_{,}^2}=\frac{2}{\mu}\left(\frac{\partial\mu}{\partial x_n}\right)^2-\frac{\partial^2\mu}{\partial x_n^2}$$

$$\left(\frac{1}{\tau_{,}}-\frac{1}{\tau_{,,}}\right)\frac{d(\mu\vartheta)}{d\varkappa}=\frac{2}{\mu}\frac{\partial\mu}{\partial x_n}\frac{\partial\mu}{\partial y_n}-\frac{\partial^2\mu}{\partial x_n\,\partial y_n}$$

$$\frac{d}{d\varkappa}\left(\frac{\mu}{\tau_{,,}}\right)-\frac{\mu}{\tau_{,,}^2}=\frac{2}{\mu}\left(\frac{\partial\mu}{\partial y_n}\right)^2-\frac{\partial^2\mu}{\partial y_n^2}$$

welche auch in dem Falle, wo die Wellenfläche einen singulären Punkt hat, indem $\tau_{,}=0$ oder $\tau_{,,}=0$ ist, direkt zum Limesübergang verwendet werden können. Wird z. B. die erste mit $\tau_{,}^2$, die zweite mit $\tau_{,}$ multiplicirt, so ergiebt sich bei infinite nach Null hin abnehmendem Werthe von $\tau_{,}$:

$$\frac{d\tau_{,}}{d\varkappa}=-1 \qquad \frac{d\vartheta}{d\varkappa}=0$$

während die dritte Gleichung ihre Giltigkeit behält. Die mit $\tau_{,}$ multiplicirt erste bzw. die zweite Gleichung ergiebt ausserdem die weiter unten anzuwendenden Limeswerthe

$$\frac{\mu}{\tau_{,}}\left(\frac{d\tau_{,}}{d\varkappa}+1\right)=\frac{d\mu}{d\varkappa} \qquad \frac{\mu\,d\vartheta}{\tau_{,}\,d\varkappa}=\frac{2}{\mu}\frac{\partial\mu}{\partial x_n}\frac{\partial\mu}{\partial y_n}-\frac{\partial^2\mu}{\partial x_n\,\partial y_n}$$

Die optische Projection bei continuirlich variablem Brechungsindex. Der Übergang von einem gegebenen Punkte auf einen nächstliegenden, auf derselben Wellenfläche belegenen, kann in heterogenen wie in homogenen Medien durch die Differentiale der fokalen Öffnungswinkel bezeichnet werden. Der Unterschied ist nur, dass in homogenen Medien diese Winkeldifferentiale sich auf die Strahlen beziehen, in heterogenen aber auf die Normalen der Wellenfläche. Wenn nun $w_{\prime}\, w_{\prime\prime}$ die fokalen Öffnungswinkel in Bezug auf einer Wellenfläche darstellen, welche durch die Werthe $\tau_{\prime}\, \tau_{\prime\prime}\, \vartheta$ definirt ist, so gelten im Coordinatensystem $\alpha = \beta = \vartheta = 0$ laut der Definition der fokalen Öffnungswinkel die Beziehungen

$$\tau_{\prime} dw_{\prime} = dx \cos\vartheta + dy \sin\vartheta \qquad \tau_{\prime\prime} dw_{\prime\prime} = dy \cos\vartheta - dx \sin\vartheta$$

und man erhält durch Differentiation nach $\varkappa$:

$$\tau_{\prime} \frac{d}{d\varkappa} dw_{\prime} + dw_{\prime} \frac{d\tau_{\prime}}{d\varkappa} = \frac{d}{d\varkappa} dx + dy \frac{d\vartheta}{d\varkappa} \qquad \tau_{\prime\prime} \frac{d}{d\varkappa} dw_{\prime\prime} + dw_{\prime\prime} \frac{d\tau_{\prime\prime}}{d\varkappa} = \frac{d}{d\varkappa} dy - dx \frac{d\vartheta}{d\varkappa}$$

Wenn der Punkt xyz auf der Trajectorie liegt, welche im Punkte $x_{\prime} y_{\prime} z_{\prime}$ eine gegebene Wellenfläche schneidet, so gilt, wenn beide Punkte zusammenfallen, für den Übergang auf einen nächstliegenden Punkt

$$dx = dx_{\prime} + \alpha d\varkappa \qquad dy = dy_{\prime} + \beta d\varkappa \qquad dz = dz_{\prime} + \gamma d\varkappa \qquad \alpha dx_{\prime} + \beta dy_{\prime} + \gamma dz_{\prime} = 0$$

Durch diese Gleichungen sind xyz als Funktionen von $x_{\prime} y_{\prime} \varkappa$ dargestellt, und man erhält durch Differentiation der beiden ersten Gleichungen im Coordinatensystem $\alpha = \beta = 0$

$$d^2x = d\alpha\, d\varkappa \qquad d^2y = d\beta\, d\varkappa$$

wo

$$d\alpha = \frac{\partial \alpha}{\partial x_{\prime}} dx_{\prime} + \frac{\partial \alpha}{\partial y_{\prime}} dy_{\prime} + \frac{d\alpha}{d\varkappa} d\varkappa$$

ist, und der analoge Ausdruck für $d\beta$ gilt. Die partiellen Differentialquotienten $\frac{\partial^2 x}{\partial x_{\prime} \partial \varkappa}\ \frac{\partial^2 y}{\partial y_{\prime} \partial \varkappa}$ ergeben somit im Coordinatensystem $\alpha = \beta = \vartheta = 0$

$$\frac{d}{d\varkappa} dx = -\frac{1}{\tau_{\prime}} dx_{\prime} = -dw_{\prime} \qquad \frac{d}{d\varkappa} dy = -\frac{1}{\tau_{\prime\prime}} dy_{\prime} = -dw_{\prime\prime}$$

und es resultiren die *allgemeingiltigen Differentialgleichungen der optischen Projection*

$$\frac{d}{d\varkappa} dw_{\prime} = -\frac{1}{\tau_{\prime}} \left(\frac{d\tau_{\prime}}{d\varkappa} + 1\right) dw_{\prime} + \frac{\tau_{\prime\prime}}{\tau_{\prime}} \frac{d\vartheta}{d\varkappa} dw_{\prime\prime} \qquad \frac{d}{d\varkappa} dw_{\prime\prime} = -\frac{\tau_{\prime}}{\tau_{\prime\prime}} \frac{d\vartheta}{d\varkappa} dw_{\prime} - \frac{1}{\tau_{\prime\prime}} \left(\frac{d\tau_{\prime\prime}}{d\varkappa} + 1\right) dw_{\prime\prime}$$

welche auch im Falle $\tau_{\prime} = 0$ bzw. $\tau_{\prime\prime} = 0$ ihre Giltigkeit beibehalten. Für ersteren Fall erhält man durch die oben bewiesenen Beziehungen

$$\frac{d}{d\varkappa} dw_{\prime} = -\frac{1}{\mu} \frac{d\mu}{d\varkappa} dw_{\prime} + \frac{\tau_{\prime\prime}}{\mu} \left(\frac{2}{\mu} \frac{\partial \mu}{\partial x_n} \frac{\partial \mu}{\partial y_n} - \frac{\partial^2 \mu}{\partial x_n \partial y_n}\right) dw_{\prime\prime} \qquad \frac{d}{d\varkappa} dw_{\prime\prime} = -\frac{1}{\tau_{\prime\prime}} \left(\frac{d\tau_{\prime\prime}}{d\varkappa} + 1\right) dw_{\prime\prime}$$

In sämmtlichen diesen Formeln kann man nun

$$dw_{,} = k_1 \, do_{,} + k_2 \, do_{,,} \qquad dw_{,,} = k_3 \, do_{,} + k_4 \, do_{,,}$$

setzen, wo $o_{,} o_{,,}$ die Öffnungswinkel in Bezug auf zwei beliebige einander längs der Tangente der centralen Trajectorie im Objektpunkt senkrecht schneidende Ebenen darstellen. Die allgemeinen Gleichungen werden dann

$$do_{,} \frac{dk_1}{d\varkappa} + do_{,,} \frac{dk_2}{d\varkappa} = -\frac{1}{\tau_{,}} \left(\frac{d\tau_{,}}{d\varkappa} + 1 \right) (k_1 \, do_{,} + k_2 \, do_{,,}) + \frac{\tau_{,,}}{\tau_{,}} \frac{d\vartheta}{d\varkappa} (k_3 \, do_{,} + k_4 \, do_{,,})$$

$$do_{,} \frac{dk_3}{d\varkappa} + do_{,,} \frac{dk_4}{d\varkappa} = -\frac{\tau_{,}}{\tau_{,,}} \frac{d\vartheta}{d\varkappa} (k_1 \, do_{,} + k_2 \, do_{,,}) - \frac{1}{\tau_{,,}} \left(\frac{d\tau_{,,}}{d\varkappa} + 1 \right) (k_3 \, do_{,} + k_4 \, do_{,,})$$

und zerfallen, da $o_{,} o_{,,}$ unabhängige Variabeln sind, in die vier Gleichungen

$$\frac{dk_1}{d\varkappa} = -\frac{k_{,}}{\tau_{,}} \left(\frac{d\tau_{,}}{d\varkappa} + 1 \right) + \frac{k_3 \tau_{,,}}{\tau_{,}} \frac{d\vartheta}{d\varkappa} \qquad \frac{dk_2}{d\varkappa} = -\frac{k_2}{\tau_{,}} \left(\frac{d\tau_{,}}{d\varkappa} + 1 \right) + \frac{k_4 \tau_{,,}}{\tau_{,}} \frac{d\vartheta}{d\varkappa}$$

$$\frac{dk_3}{d\varkappa} = -\frac{k_1 \tau_{,}}{\tau_{,,}} \frac{d\vartheta}{d\varkappa} - \frac{k_2}{\tau_{,,}} \left(\frac{d\tau_{,,}}{d\varkappa} + 1 \right) \qquad \frac{dk_4}{d\varkappa} = -\frac{k_2 \tau_{,}}{\tau_{,,}} \frac{d\vartheta}{d\varkappa} - \frac{k_4}{\tau_{,,}} \left(\frac{d\tau_{,,}}{d\varkappa} + 1 \right)$$

welche im Falle $\tau_{,} = 0$ bzw. $\tau_{,,} = 0$ auf dieselbe Weise behandelt werden, wie oben.

Die Abbildung in Medien mit continuirlich variablem Brechungsindex. Wie die fokalen Öffnungswinkel, können auch die Fokalcoordinaten in heterogenen Medien Anwendung finden, indem dieselben auf die Normalenbündel der Wellenflächen bezogen werden. Wenn die Wellenfläche des vom centralen Objektpunkte ausgegangenen Lichtes bzw. des Lichtes, das man sich als vom Blendencentrum ausgehend vorstellen kann, mit *Objekt-* bzw. *Blendenwellenfläche* bezeichnet wird, so sind demnach die Differentiale der Fokalcoordinaten identisch mit den Differentialen der Abstände der Normalen der Blendenwellenfläche von den Fokallinien der Normalenbündel der Objektwellenfläche. Ist diese letztere, wie früher, durch RST bzw. $\tau_{,} \tau_{,,} \vartheta$, die Blendenwellenfläche durch $R_0 S_0 T_0 p_{,} p_{,,} \vartheta_0$ bestimmt, und sind $a_{,} a_{,,}$ Fokalcoordinaten $\xi \eta \, \xi_{,} \eta_{,} \, \xi_{,,} \eta_{,,}$ Coordinaten der Schnittpunkte einer Normale der Blendenwellenfläche mit dieser selbst, bzw. mit der ersten und zweiten Fokalebene des Normalenbündels der Objektwellenfläche, so ist gemäss der Definition der Fokalcoordinaten

$$da_{,} = d\xi_{,} \cos\vartheta + d\eta_{,} \sin\vartheta \qquad da_{,,} = d\eta_{,,} \cos\vartheta - d\xi_{,,} \sin\vartheta$$

und es gilt im Coordinatensystem $\alpha = \beta = 0$

$$d\xi_{,} = (1 - \tau_{,} R_0) \, d\xi - \tau_{,} S_0 \, d\eta \qquad d\eta_{,} = -\tau_{,} S_0 \, d\xi + (1 - \tau_{,} T_0) \, d\eta$$

$$d\xi_{,,} = (1 - \tau_{,,} R_0) \, d\xi - \tau_{,,} S_0 \, d\eta \qquad d\eta_{,,} = -\tau_{,,} S_0 \, d\xi + (1 - \tau_{,,} T_0) \, d\eta$$

woraus resultirt

$$\frac{da_{,}}{\tau_{,}} = \left[\left(\frac{1}{\tau_{,}} - R_0 \right) \cos\vartheta - S_0 \sin\vartheta \right] d\xi + \left[\left(\frac{1}{\tau_{,}} - T_0 \right) \sin\vartheta - S_0 \cos\vartheta \right] d\eta$$

$$\frac{da_{,,}}{\tau_{,,}} = -\left[\left(\frac{1}{\tau_{,,}} - R_0 \right) \sin\vartheta + S_0 \cos\vartheta \right] d\xi + \left[\left(\frac{1}{\tau_{,,}} - T_0 \right) \cos\vartheta + S_0 \sin\vartheta \right] d\eta$$

Wird nun zur Abkürzung gesetz

$$d\varphi_{\prime} = \cos\vartheta \frac{da_{\prime}}{\tau_{\prime}} - \sin\vartheta \frac{da_{\prime\prime}}{\tau_{\prime\prime}} \qquad d\varphi_{\prime\prime} = \sin\vartheta \frac{da_{\prime}}{\tau_{\prime}} + \cos\vartheta \frac{da_{\prime\prime}}{\tau_{\prime\prime}}$$

so erhält man unter Berücksichtigung der Beziehungen von $\tau_{\prime}\tau_{\prime\prime}\vartheta$ zu RST

$$d\varphi_{\prime} = (R - R_0)\, d\xi + (S - S_0)\, d\eta$$
$$d\varphi_{\prime\prime} = (S - S_0)\, d\xi + (T - T_0)\, d\eta$$

Bei der Differentiation ist nun laut oben angegebenen Formeln

$$\frac{d}{d\varkappa} d\xi = - R_0\, d\xi - S_0\, d\eta \qquad \frac{d}{d\varkappa} d\eta = - S_0\, d\xi - T_0\, d\eta$$
$$\frac{d}{d\varkappa}(R - R_0) = R^2 + S^2 - R_0^2 - S_0^2 - \frac{R - R_0}{\mu}\frac{d\mu}{d\varkappa}$$
$$\frac{d}{d\varkappa}(S - S_0) = S(R + T) - S_0(R_0 + T_0) - \frac{S - S_0}{\mu}\frac{d\mu}{d\varkappa}$$
$$\frac{d}{d\varkappa}(T - T_0) = S^2 + T^2 - S_0^2 - T_0^2 - \frac{T - T_0}{\mu}\frac{d\mu}{d\varkappa}$$

zu setzen, wonach dieselbe ergiebt:

$$\frac{d}{d\varkappa} d\varphi_{\prime} = \left(R - \frac{1}{\mu}\frac{d\mu}{d\varkappa}\right) d\varphi_{\prime} + S\, d\varphi_{\prime\prime} \qquad \frac{d}{d\varkappa} d\varphi_{\prime\prime} = S\, d\varphi_{\prime} + \left(T - \frac{1}{\mu}\frac{d\mu}{d\varkappa}\right) d\varphi_{\prime\prime}$$

welche Gleichungen keine von den Eigenschaften der Blendenwellenfläche abhängige Grössen enthalten und für jedes Coordinatensystem $\alpha = \beta = 0$ giltig sind, somit bei einer Drehung des Coordinatensystems um die Z-Achse unverändert bleiben. Bei $\vartheta = 0$ hat man

$$\frac{d}{d\varkappa} d\varphi_{\prime} = \frac{1}{\tau_{\prime}}\frac{d}{d\varkappa} da_{\prime} + da_{\prime}\frac{d}{d\varkappa}\frac{1}{\tau_{\prime}} - \frac{da_{\prime\prime}}{\tau_{\prime\prime}}\frac{d\vartheta}{d\varkappa} \qquad \frac{d}{d\varkappa} d\varphi_{\prime\prime} = \frac{1}{\tau_{\prime\prime}}\frac{d}{d\varkappa} da_{\prime\prime} + \frac{da_{\prime}}{\tau_{\prime}}\frac{d\vartheta}{d\varkappa} + da_{\prime\prime}\frac{d}{d\varkappa}\frac{1}{\tau_{\prime\prime}}$$

und erhält somit die *allgemeingiltigen Differentialgleichungen der Fokalcoordinaten*

$$\frac{d}{d\varkappa} da_{\prime} = \left(\frac{d\tau_{\prime}}{d\varkappa} + 1 - \frac{\tau_{\prime}}{\mu}\frac{d\mu}{d\varkappa}\right)\frac{da_{\prime}}{\tau_{\prime}} + \tau_{\prime}\frac{d\vartheta}{d\varkappa}\frac{da_{\prime\prime}}{\tau_{\prime\prime}}$$
$$\frac{d}{d\varkappa} da_{\prime\prime} = - \tau_{\prime\prime}\frac{d\vartheta}{d\varkappa}\frac{da_{\prime}}{\tau_{\prime}} + \left(\frac{d\tau_{\prime\prime}}{d\varkappa} + 1 - \frac{\tau_{\prime\prime}}{\mu}\frac{d\mu}{d\varkappa}\right)\frac{da_{\prime\prime}}{\tau_{\prime\prime}}$$

Dieselben gelten nämlich auch, wenn die Objektwellenfläche im fraglichen Punkte einen singulären Punkt hat, indem $\tau_{\prime} = 0$ oder $\tau_{\prime\prime} = 0$ ist. Für ersteren Fall ergeben sie unter Anwendung der oben bei der Herleitung der Differentialgleichungen der Strahlenvereinigung bewiesenen Beziehungen

$$\frac{d}{d\varkappa} da_{\prime} = 0 \qquad \frac{d}{d\varkappa} da_{\prime\prime} = - \frac{\tau_{\prime\prime}}{\mu}\left(\frac{2}{\mu}\frac{\partial\mu}{\partial x_n}\frac{\partial\mu}{\partial y_n} - \frac{\partial^2\mu}{\partial x_n\,\partial y_n}\right) da_{\prime} + \left(\frac{d\tau_{\prime\prime}}{d\varkappa} + 1 - \frac{\tau_{\prime\prime}}{\mu}\frac{d\mu}{d\varkappa}\right)\frac{da_{\prime\prime}}{\tau_{\prime\prime}}.$$

Und für den Fall, dass die Blendenwellenfläche im fraglichen Punkt einen singulären Punkt hat, indem $p_{\prime}=0$ oder $p_{\prime\prime}=0$ ist, hat man im obenstehenden Beweise nur die fokalen Öffnungswinkel im Normalenbündel dieser Fläche einzuführen. Werden dieselben mit $v_{\prime} v_{\prime\prime}$ bezeichnet, so erhält man im Coordinatensystem $\alpha=\beta=\vartheta_0=0$, indem $p_{\prime} dv_{\prime}$ für $d\xi$ gesetzt wird

$$d\varphi_{\prime}=\left(R-\frac{1}{p_{\prime\prime}}\right)p_{\prime}dv_{\prime}+S d\eta \qquad d\varphi_{\prime\prime}=S p_{\prime} dv_{\prime}+\left(T-\frac{1}{p_{\prime\prime}}\right)d\eta$$

und bei der Differentiation hat man, wie aus den oben für den Fall $\tau_{\prime}=0$ ermittelten Gleichungen hervorgeht

$$\frac{dp_{\prime}}{d\varkappa}=-1 \qquad d\eta\frac{dS}{d\varkappa}-\frac{d}{d\varkappa}dv_{\prime}=\frac{1}{\mu}\frac{d\mu}{d\varkappa}dv_{\prime}+\left[S(R+T)-\frac{S}{\mu}\frac{d\mu}{d\varkappa}\right]d\eta$$

zu setzen, wonach für $\frac{d}{d\varkappa}d\varphi_{\prime}$ bzw. $\frac{d}{d\varkappa}d\varphi_{\prime\prime}$ dieselben Werthe resultiren wie im allgemeinen Falle.

Aus den Differentialgleichungen der fokalen Öffnungswinkel und der Fokalcoordinaten ergiebt sich

$$da_{\prime}\frac{d}{d\varkappa}dw_{\prime}+dw_{\prime}\frac{d}{d\varkappa}da_{\prime}+da_{\prime\prime}\frac{d}{d\varkappa}dw_{\prime\prime}+dw_{\prime\prime}\frac{d}{d\varkappa}da_{\prime\prime}=-\frac{1}{\mu}\frac{d\mu}{d\varkappa}(da_{\prime}dw_{\prime}+da_{\prime\prime}dw_{\prime\prime})$$

und somit

$$\frac{d}{d\varkappa}[\mu(da_{\prime}dw_{\prime}+da_{\prime\prime}dw_{\prime\prime})]=0$$

oder in Worten: *Die allgemeine Fundamentalgleichung der reellen optischen Abbildung ist auch in Medien mit continuirlich variablem Brechungsindex unbeschränkt giltig.* Hieraus folgt weiter, dass die von mir ausgesprochenen *allgemeinen Gesetze der optischen Abbildung auch in solchen Medien gelten.*

Die optische Abbildung beim Übergang zwischen zwei Medien mit continuirlich variablem Brechungsindex. Bei der Untersuchung der Vorgänge beim Übergang des Lichtes von einem heterogenen Medium mit continuirlich variablem Brechungsindex zu einem anderen, ist der Vorgang derselbe wie bei der Untersuchung von homogenen Medien mit dem Unterschiede, dass auch auf die in beiden Medien verschiedene Variation des Brechungsindex Rücksicht genommen werden muss. Um nun unnöthige Wiederholungen zu vermeiden verweise ich hier auf meine schon citirte Untersuchung der optischen Abbildung bei homogenen Medien und gebe unter Befolgung derselben Methode und unter Anwendung derselben Bezeichnungen wie dort nur die Änderungen an, welche durch die Heterogenität der beiden Medien bedingt werden. Hier wie dort sind singuläre Punkte auf der Trennungsfläche sowie streifende Incidenz des Hauptstrahles in derselben von der Untersuchung ausgeschlossen. Zu bemerken ist nur, dass die dort mit $\frac{\partial\alpha}{\partial x}\cdots$ bezeichneten Werthe hier $\frac{\partial\alpha}{\partial x_{\prime}}\cdots$ geschrie-

ben werden, indem hier xyz Coordinaten eines beliebigen Punktes sind. Das Brechungsgesetz $\Delta \mu d\varkappa = 0$ und die optischen Invarianten erster Ordnung

$$\Delta \mu (\alpha + p\gamma) = 0 \qquad \Delta \mu (\beta + q\gamma) = 0$$

sind unverändert giltig. Für die optischen Invarianten zweiter Ordnung ergiebt sich im Coordinatensystem $p = q = \beta = 0$

$$\Delta \mu \left(\frac{\partial \alpha}{\partial x_0} + \gamma r + \frac{\alpha}{\mu} \frac{\partial \mu}{\partial x_0}\right) = 0 \qquad \Delta \mu \left(\frac{\partial \alpha}{\partial y_0} + \gamma s + \frac{\alpha}{\mu} \frac{\partial \mu}{\partial y_0}\right) = 0$$

$$\Delta \mu \left(\frac{\partial \beta}{\partial x_0} + \gamma s\right) = 0 \qquad \Delta \mu \left(\frac{\partial \beta}{\partial y_0} + \gamma t\right) = 0$$

Da die Normale der Trennungsfläche mit der Z-Achse zusammenfällt, so sind die Ausdrücke $\frac{\partial \alpha}{\partial x_0} \cdots$ identisch mit den Werthen $\frac{\partial \alpha}{\partial x} \cdots$ und die Beziehung

$$\frac{\partial (\mu \alpha)}{\partial y} = \frac{\partial (\mu \beta)}{\partial x}$$

ergiebt

$$\frac{\partial \alpha}{\partial y_0} + \frac{\alpha}{\mu} \frac{\partial \mu}{\partial y_0} = \frac{\partial \beta}{\partial x_0}$$

so dass zwei der obenstehenden Gleichungen in eine zusammenfallen. Da weiter

$$\frac{\partial \alpha}{\partial x_I} = \frac{\partial \alpha}{\partial x} - \frac{\alpha}{\gamma} \frac{\partial \alpha}{\partial z} \qquad \alpha \frac{\partial \alpha}{\partial x} + \gamma \frac{\partial \alpha}{\partial z} = \frac{d\alpha}{d\varkappa} = \frac{1}{\mu} \left(\frac{\partial \mu}{\partial x_0} - \alpha \frac{d\mu}{d\varkappa}\right) \qquad \frac{\partial \alpha}{\partial y_I} = \frac{\partial \alpha}{\partial y} \qquad \frac{\partial \beta}{\partial y_I} = \frac{\partial \beta}{\partial y}$$

ist, woraus resultirt

$$-\frac{\partial \alpha}{\partial x_0} = R \cos^2 i - \frac{\sin i}{\mu} \left(\frac{\partial \mu}{\partial x_0} - \sin i \frac{d\mu}{d\varkappa}\right) \qquad -\frac{\partial \alpha}{\partial y_0} = S \cos i \qquad -\frac{\partial \beta}{\partial y_0} = T$$

so ergeben sich die *optischen Invarianten zweiter Ordnung:*

$$\Delta \mu \left(R \cos^2 i - r \cos i - \frac{2 \sin i}{\mu} \frac{\partial \mu}{\partial x_0} + \frac{\sin^2 i}{\mu} \frac{d\mu}{d\varkappa}\right) = 0$$

$$\Delta \mu \left((S - s) \cos i - \frac{\sin i}{\mu} \frac{\partial \mu}{\partial y_0}\right) = 0$$

$$\Delta \mu (T - t \cos i) = 0.$$

Die Methode, mit welcher ich die singulären Fälle, wo ein Fokalpunkt auf der brechenden Fläche liegt, untersucht habe, besteht wesentlich in der Anwendung des einen fokalen Öffnungswinkels, was ohne Einführung dieses Begriffes dadurch ermöglicht wird, dass eine in endlichem Abstande vom Incidenzpunkt belegene Wellenfläche in Betracht gezogen wird. Dieselbe Methode kann hier derart angewendet werden, dass eine in endlichem Abstande vom Incidenzpunkte belegene Parallelfläche der durch denselben gelegten Wellenfläche Gegenstand der Untersuchung wird. Die

Rechnung bleibt dann unverändert dieselbe bis zur Differentiation der optischen Invarianten erster Ordnung, welche unter Anwendung des Obenstehenden die Formeln

$$\Delta\mu\left[d\alpha + \left\{\gamma\left(r - \frac{s}{\lambda}\right) + \frac{\alpha}{\mu}\left(\frac{\partial\mu}{\partial x_0} - \frac{1}{\lambda}\frac{\partial\mu}{\partial y_0}\right)\right\} dx_0\right] = 0$$

$$\Delta\mu\left[d\beta + \gamma\left(s - \frac{t}{\lambda}\right) dx_0\right] = 0$$

ergiebt. Wenn der Anfang der Rechnung unverändert für heterogene Medien angewendet werden kann, was darauf beruht, dass die Differentialgleichungen vom Typus $dx_0 = dx_{,} + \alpha d\varkappa$ unverändert gelten, die Beziehungen der Differentiale erster Ordnung der Schnittpunkte einer Trajectorie mit der Trennungsfläche und der durch den Incidenzpunkt gelegten Wellenfläche somit auch dieselben sind wie in homogenen Medien, so besteht, wie aus dem obenstehenden ersichtlich, ein Unterschied, sobald die Richtungscosinus als Funktionen der Coordinaten der Schnittpunkte der Trajectorie mit der Trennungsfläche dargestellt werden sollen. Im ersten Theile der Rechnung sind $\alpha\beta\gamma$ Richtungscosinus der Normale der untersuchten Wellenfläche, in den beiden zuletzt hergeleiteten Formeln aber Richtungscosinus der Tangente der Trajectorie in dem Punkte, wo dieselbe die Trennungsfläche trifft. Man hat demnach hier zu den in homogenen Medien giltigen Werthen von $d\alpha$ bzw. $d\beta$ das Glied $\frac{d\alpha}{d\varkappa}d\varkappa$ bzw. $\frac{d\beta}{d\varkappa}d\varkappa$ hinzuzufügen und erhält dann

$$d\alpha = \left[\frac{\gamma^2}{\varkappa} + \frac{\alpha}{\mu}\left(\frac{\partial\mu}{\partial x_0} - \alpha\frac{d\mu}{d\varkappa}\right)\right] dx_0 - \frac{dx_{,}}{\varkappa} \qquad d\beta = \frac{\alpha}{\mu}\frac{\partial\mu}{\partial y_0} dx_0 + \frac{dy_0 - dy_{,}}{\varkappa}$$

welche Formeln zusammen mit den beiden zuletzt angeführten die *optische Invariante zweiter Ordnung im Falle* $\tau_{,} = 0$

$$\Delta\mu\left[\frac{\cos^2 i}{\tau_{,,}\sin^2\vartheta} - \cos i\,(r - 2s\cos i\cot\vartheta + t\cos^2 i\cot^2\vartheta) - \frac{\sin i}{\mu}\left(2\frac{\partial\mu}{\partial x_0} - 2\cos i\cot\vartheta\frac{\partial\mu}{\partial y_0} - \sin i\frac{d\mu}{d\varkappa}\right)\right] = 0$$

ergeben, während die beiden übrigen optischen Invarianten unverändert bleiben.

Die Herleitung der *Differentialinvarianten der fokalen Öffnungswinkel* ist für den allgemeinen Fall unverändert dieselbe wie bei homogenen Medien. Im Falle $p_{,} = 0$ hat man nur die vier oben beim Falle $\tau_{,} = 0$ deducirten Gleichungen in die Rechnung einzuführen um auf identisch dieselbe Weise wie sonst zu der Gleichung

$$\Delta\mu\left[2\sin\vartheta_0\, dv_{,} + \left\{\frac{\cos^2\vartheta_0 - \sin^2\vartheta_0}{\cos\vartheta_0} + p_{,,}\sin\vartheta_0\left(r\frac{\operatorname{tg}\vartheta_0}{\cos i} - t\frac{\cos i}{\operatorname{tg}\vartheta_0} + \frac{\sin i\operatorname{tg}\vartheta_0}{\mu\cos^2 i}\left(2\frac{\partial\mu}{\partial x_0} - \sin i\frac{d\mu}{d\varkappa}\right)\right)\right\} dv_{,,}\right] = 0$$

zu gelangen, während die andere Differentialinvariante unverändert bleibt.

Auch die Deduktion der *Differentialinvarianten der Fokalcoordinaten* bleibt im allgemeinen Falle unverändert für heterogene Medien. Im Falle $p_{,} = 0$ hat man anstatt der für homogene Medien geltenden optischen Invarianten zweiter Ordnung die hier

oben deducirten anzuwenden. Es zeigt sich dann, dass die a. a. O. S. 28 mit A und B bezeichneten Gleichungen keine Ableitungen von μ enthalten, so dass das Endergebnis unverändert dasselbe ist wie wie bei homogenen Medien. Die Anwendung der hier deducirten optischen Invarianten zweiter Ordnung führt auch im Falle $\tau_{\prime} = 0$ bei sonst unveränderter Methode zum Ziel und ergiebt

$$\Delta\mu\left[\frac{da_{\prime\prime}}{\tau_{\prime\prime}\cos\vartheta} - da_{\prime}\left(\frac{1}{\tau_{\prime\prime}\sin\vartheta} + \frac{s}{\cos\vartheta} - \frac{t\cos i}{\sin\vartheta} + \frac{\operatorname{tg} i}{\mu\cos\vartheta}\frac{\partial\mu}{\partial y_0}\right)\right] = 0$$

während die andere Differentialinvariante unverändert bleibt. Das Gesammtergebnis der Untersuchung der Abbildungsvorgänge beim Übergang des Lichtes zwischen zwei Medien mit continuirlich variablem Brechungsindex kann dadurch ausgesprochen werden, dass man die optischen Invarianten zweiter Ordnung sowie die Differentialinvarianten der folkalen Öffnungswinkel und der Fokalcoordinaten unmittelbar aus den für homogene Medien geltenden Gleichungen erhält, wenn man überall wo die Werthe $r\,s$ vorkommen, dieselben durch bzw.

$$r + \frac{\operatorname{tg} i}{\mu}\left(2\frac{\partial\mu}{\partial x_0} - \sin i\frac{d\mu}{d\varkappa}\right) \qquad s + \frac{\operatorname{tg} i}{\mu}\frac{\partial\mu}{\partial y_0}$$

ersetzt. In Übereinstimmung hiermit ergiebt sich die allgemeine Fundamentalgleichung

$$\Delta\mu\,(da_{\prime}\,dw_{\prime} + da_{\prime\prime}\,dw_{\prime\prime}) = 0$$

auf dieselbe Weise wie bei homogenen Medien.

Die *Fundamentalgleichung* und die von mir gegebenen *Grundgesetze der allgemeinen optischen Abbildung gelten somit unbeschränkt für ein beliebiges optisches System mit isotropen Medien, in welchen der Brechungsindex constant oder continuirlich variabel ist, wenn streifende Incidenz sowie Spitzen und Kanten an den Incidenzpunkten in den Trennungsflächen ausgeschlossen sind.*

3. Der Fall einer Symmetrieebene.

Es sei die XZ-Ebene die Symmetrieebene, τ der Krümmungsradius des durch dieselbe repraesentirten Normalschnittes der Wellenfläche, ς der bezügliche Krümmungsradius des anderen Hauptnormalschnittes. Sind $ds_{\prime}\,ds_{\prime\prime}$ die Linienelemente der orthogonalen Trajectorien der abbildbaren Linien, so kann überall

$$da_{\prime} = K_1\,ds_{\prime} \qquad da_{\prime\prime} = K_2\,ds_{\prime\prime}$$

gesetzt werden, und man erhält aus den allgemeinen Differentialgleichungen der

Strahlenvereinigung und der Fokalcoordinaten für die *erste* oder *tangentiale Abbildung* in Medien mit continuirlich variablem Brechungsindex

$$\frac{d}{d\varkappa}\left(\frac{\mu}{\tau}\right) - \frac{\mu}{\tau^2} = \frac{2}{\mu}\left(\frac{\partial \mu}{\partial x_n}\right)^2 - \frac{\partial^2 \mu}{\partial x_n^2} \qquad \frac{d}{d\varkappa}\left(\frac{\mu K_1}{\tau}\right) - \frac{\mu K_1}{\tau^2} = 0$$

für die *zweite* oder *sagittale*

$$\frac{d}{d\varkappa}\left(\frac{\mu}{\varsigma}\right) - \frac{\mu}{\varsigma^2} = -\frac{\partial^2 \mu}{\partial y_n^2} \qquad \frac{d}{d\varkappa}\left(\frac{\mu K_2}{\varsigma}\right) - \frac{\mu K_2}{\varsigma^2} = 0.$$

Die Grössen K stellen in den singulären Punkten der Wellenfläche, wo der bezügliche Krümmungsradius gleich Null ist, und somit eine Abbildung vorkommt, die Vergrösserungscoefficienten dar, haben aber allgemein nur die in der Definition der Fokalcoordinaten angegebene Bedeutung der Relation des Normalenbündels zum Normalenbündel einer anderen beliebigen Wellenfläche. Man kann sich aber die Bedeutung dieser Grössen in einem beliebigen Punkte dadurch versinnlichen, dass man sich vorstellt, es höre die Variation des Brechungsindex in diesem Punkte auf, und es stehe die Trennungsfläche des heterogenen Mediums vom homogenen senkrecht auf der durch den fraglichen Punkt gehenden Trajectorie. Sie stellen dann die Vergrösserungscoefficienten dar. Wenn ich dieselben der Kürze wegen allgemein als Vergrösserungscoefficienten bezeichne, so ist dies somit dadurch begründet, dass sie in Bezug auf die Normalenbündel der Wellenflächen identisch dieselbe Bedeutung haben wie in homogenen Medien die Vergrösserungscoefficienten.

Schreibt man die Formeln für die tangentiale Strahlenvereinigung

$$\mu(d\tau + d\varkappa) - \tau\, d\mu = -\tau^2 O_t d\varkappa$$
$$\mu(dp + d\varkappa) - p\, d\mu = -p^2 O_t d\varkappa$$

wo p einem anderen beliebigen auf derselben Trajectorie belegenen Punkte entspricht, so erhält man durch Subtraktion letzterer Gleichung von der ersteren und nachherige Division mit $(p - \tau)^2$:

$$d\frac{\mu}{p-\tau} = \frac{p+\tau}{p-\tau} O_t d\varkappa.$$

Die Differentialgleichung des Vergrösserungscoefficienten kann geschrieben werden

$$\frac{\mu\, dK_1}{K_1} = -\tau O_t d\varkappa$$

woraus folgt

$$\frac{p+\tau}{p-\tau} O_t d\varkappa = O_t d\varkappa - \frac{2\mu\, dK_1}{K_1(p-\tau)}$$

und

$$d\frac{\mu K_1^2}{p-\tau} = K_1^2 O_t d\varkappa$$

Setzt man nun für die Fokalcoordinaten in den Normalenbündeln der den Werthen p entsprechenden Wellenflächen überall

$$da_{,} = \chi_1 d\sigma_{,}$$

wo $\sigma_{,}$ die Fokalcoordinate im Normalenbündel einer beliebig gewählten Wellenfläche darstellt, so erhält man auf dieselbe Weise

$$d\frac{\mu\chi_1^2}{\tau - p} = \chi_1^2 O_{,} d\varkappa.$$

Da diese Gleichungen bei der Multiplikation von K_1 oder χ_1 mit einer Constante unverändert bleiben, so mögen nunmehr diese Werthe so bestimmt werden, dass in einem beliebigen Punkte, wo μ_0 den Brechungsindex, $\tau_0\, p_0$ die tangentialen Krümmungshalbmesser der beiden Wellenflächen darstellen, die bei der Definition der Vergrösserungscoefficienten eingeführten Grössen $s_{,1}\ \sigma_1$ Fokalcoordinaten in den Normalenbündeln der Wellenflächen darstellen.

Die beiden Gleichungen der Vergrösserungscoefficienten

$$\frac{\mu dK_1}{K_1} = -\tau O_{,} d\varkappa \qquad \frac{\mu d\chi_1}{\chi_1} = -pO_{,} d\varkappa$$

ergeben

$$\frac{p+\tau}{p-\tau} O_{,} d\varkappa = -\frac{1}{p-\tau}\left(\frac{\mu dK_1}{K_1} + \frac{\mu d\chi_1}{\chi_1}\right)$$

und folglich

$$d\frac{\mu K_1 \chi_1}{p-\tau} = 0$$

welche Gleichung mit der für den Fall einer Symmetrieebene speciell giltigen Form der allgemeinen Fundamentalgleichung identisch ist und auch direkt aus derselben erhalten werden kann. Die Integration ergiebt die überall giltige Beziehung

$$\frac{\mu K_1 \chi_1}{p-\tau} = \frac{\mu_0}{p_0 - \tau_0}$$

wo das rechte Membrum die Integrationsconstante darstellt. Auf dieselbe Weise erhält man durch Integration die überall giltigen Gleichungen

$$\frac{\mu K_1^2}{p-\tau} = \int_{\mu_0}^{\mu} K_1^2 O_{,} d\varkappa + \frac{\mu_0}{p_0 - \tau_0}$$

$$\frac{\mu\chi_1^2}{\tau - p} = \int_{\mu_0}^{\mu} \chi_1^2 O_{,} d\varkappa + \frac{\mu_0}{\tau_0 - p_0}$$

welche, wenn erstere mit K_1, letztere mit χ_1 dividirt wird, durch Elimination mit der integrirten Fundamentalgleichung das Resultat

$$\frac{\mu(K_1-\chi_1)}{p-\tau}=\frac{1}{K_1}\int\limits_{\mu_0}^{\mu} K_1^2 O_, d\varkappa=\frac{1}{\chi_1}\int\limits_{\mu_0}^{\mu} \chi_1^2 O_, d\varkappa$$

ergeben, Es folgt hieraus, da τ_0 und p_0 beliebig gewählt werden können, dass allgemein der Werth von der Form

$$\frac{1}{K}\int\limits_{\mu_0}^{\mu} K^2 O_, d\varkappa$$

von den Eigenschaften der durch K bezeichneten Wellenfläche unabhängig ist und nur von den Eigenschaften des zwischen den durch die Brechungsindices μ^0 und μ definirten Punkten belegenen Theiles des heterogenen Mediums bestimmt wird. Es sei dieser Werth mit D bezeichnet und es seien ferner die Bezeichnungen

$$\frac{\mu_0}{\tau_0-p_0}=A \qquad \frac{\mu}{\tau-p}=B$$

eingeführt. Man erhält dann aus obenstehenden Gleichungen die beiden in heterogenen Medien beim Vorhandensein einer Symmetrieebene allgemeingiltigen Formeln

$$\chi_1^2 B=A+\chi_1 D \qquad \chi_1 K_1 B=A$$

durch welche, wenn $\chi_1 p D$ bekannt sind, die einem beliebigen Werthe von τ_0 entsprechenden Werthe won τ und K_1 erhalten werden. Ich habe nun gezeigt,[1] dass eben diese Formeln die vollständigen bei homogenen Medien im Falle einer Symmetrieebene geltenden Abbildungsgesetze erster Ordnung enthalten, und dass, wo diese Formeln giltig sind, D die Brechkraft des zwischenliegenden optischen Systems darstellt, und wenn die Brennweiten desselben mit $F\,F'$ bezeichnet werden, die Identitäten

$$D=\frac{\mu}{F'}=-\frac{\mu_0}{F}=\frac{1}{\chi_1}\sum \chi_n \chi'_n D_n$$

bestehen, wo die Summe je ein Glied entsprechend jedem Einzelsysteme enthält, und $D_n\,\chi_n\,\chi'_n$ die Brechkraft des n ten Einzelsystems bzw. die Vergrösserungscoefficienten in dem zwischen dem $n-1$ ten und dem n ten bzw. zwischen dem n ten und dem $n+1$ ten System belegenen Medium bedeutet. Im einen wie im anderen Falle müssen durch numerische Ausrechnung bzw. Integration die einem frei gewählten Werthe von p_0 entsprechenden Werthe $p\chi_1$ ermittelt werden, wobei die Brechkraft D auch erhalten wird, bevor die Formeln zur Anwendung gelangen können. Da nun die Untersuchung der sagittalen Abbildung zu identisch denselben Resultaten führt, und da die bei homogenen Medien die Brechkraft angebende Summe beim Limesübergang unmittelbar die in Medien mit continuirlich variablem Brechungsindex die Brechkraft angebende definite Integrale liefert, so ist die Übereinstimmung eine vollständige.

Von den bei diesem Limesübergang erhaltenen Beziehungen

$$dD_n=O_, d\varkappa \quad \text{bzw.} \quad dD_n=O_{,,} d\varkappa$$

[1] Tatsachen und Fiktionen in der Lehre von der optischen Abbildung. Archiv für optik. I, S. 2. 1907.

lässt sich letztere direkt durch Limesübergang unter Anwendung der für die sagittale Strahlenwereinigung in homogenen Medien geltenden Formel gewinnen. Bei dieser Abbildung ist die Brechkraft einer Fläche

$$D_n = \frac{\Delta \mu \cos i}{\rho_{II}}$$

so dass beim Limesübergang

$$d D_n = \frac{\cos i \, d\mu - \mu \sin i \, d i}{\rho_{II}}$$

erhalten wird, wo ρ_{II} den sagittalen Hauptkrümmungsradius der Isoindicialfläche darstellt. Die Gleichung dieser Fläche

$$\frac{\partial \mu}{\partial x} d x + \frac{\partial \mu}{\partial y} d y + \frac{\partial \mu}{\partial z} \partial z = 0$$

ergiebt, wenn die XZ-Ebene eine Symmetrieebene darstellt,

$$-\frac{\partial^2 \mu}{\partial y^2} : \frac{\partial \mu}{\partial z}$$

für die Krümmung der Schnittlinie mit der YZ-Ebene. Im Coordinatensystem $\alpha = \beta = 0$ ist somit

$$-\frac{\partial^2 \mu}{\partial y^2} = \frac{d \mu}{d \varkappa} \cdot \frac{1}{\rho_{II} \cos i}$$

und hat man

$$d i = d \alpha = \frac{1}{\mu} \frac{\partial \mu}{\partial x} d \varkappa = -\frac{\operatorname{tg} i}{\mu} \frac{d \mu}{d \varkappa} d \varkappa$$

woraus folgt

$$d D_n = -\frac{\partial^2 \mu}{\partial y^2} d \varkappa$$

welche Gleichung beim Drehen des Coordinatensystems um die Y-Achse unverändert bleibt.

Dagegen lässt sich derselbe Limesübergang nicht für die tangentiale Brechkraft anwenden, wie unmittelbar daraus ersichtlich ist, dass im Coordinatensystem $\frac{\partial \mu}{\partial x} = \frac{\partial \mu}{\partial y} = 0$ durch einen solchen Limesübergang kein anderer Differentialquotient zweiter Ordnung in die Formel gelangen kann als der die bezügliche Hauptkrümmung der Isoindicalfläche angebende nämlich $\frac{\partial^2 \mu}{\partial x^2}$, während in diesem Coordinatensystem O_I ausserdem die Differentialquotienten $\frac{\partial^2 \mu}{\partial x \partial z} \frac{\partial^2 \mu}{\partial z^2}$ enthält. In Übereinstimmung hiermit haben die bisherigen Versuche, die Differentialgleichungen der Strahlenvereinigung in concentrisch geschichteten[1] bzw. aus coaxialen Umdrehungsflächen bestehenden[2] Medien mit variablem

[1] LUDIMAR HERMANN, Ueber die Brechung bei schiefer Incideuz mit besonderer Berücksichtigung des Auges, Pflügers Archiv für die gesammte Physiologie, XXVII, 1882. S. 310, 311.

[2] L. MATHIESSEN, Ueber den Schiefen Durchgang unendlich dünner Strahlenbündel durch die Krystallinse des Auges. Ibid, XXXII, 1883. S. 101—103.

Brechungsindex, bei welchen eben solche Limesübergänge zur Verwendung kamen, betreffs der sagittalen Abbildung richtige, betreffs der tangentialen aber falsche Differentialgleichungen ergeben.

Um die Abbildungsvorgänge in heterogenen Medien beim Vorhandensein einer Symmetrieebene ohne Kenntnis der mehr complicirten Vorgänge im allgemeinen Falle zugänglich zu machen, gebe ich hier den leichtverständlichen Limesübergang für die sagittale Abbildung sowie für die Gleichung der Vergrösserungscoefficienten bei der tangentialen wieder, und füge ich dazu eine Deduktion der Differentialgleichung der tangentialen Strahlenvereinigung unter Anwendung des LIOUVILLE'schen Gesetzes.

Wenn die Gleichungen für die sagittale Abbildung und für den tangentialen Vergrösserungscoefficienten beim Durchgang des Lichtes durch die n te Fläche in einem System mit homogenen Medien

$$\frac{\mu'_n}{\varsigma'_n} - \frac{\mu_n}{\varsigma_n} = \frac{\Delta\mu\cos i}{\rho_n} \qquad \frac{\mu'_n K'_{2_n}}{\varsigma'_n} = \frac{\mu_n K_n}{\varsigma_n} \qquad \frac{\mu'_n K'_{1_n}}{\tau'_n} = \frac{\cos i_n}{\cos i'_n} \cdot \frac{\mu_n K_{1_n}}{\tau_n}$$

geschrieben werden, so gilt für das in die $n+1$ te Fläche einfallende Strahlenbündel

$$\mu_{n+1} = \mu'_n \qquad K_{1_{n+1}} = K'_{1_n} \qquad K_{2_{n+1}} = K'_{2_n}$$

$$\varsigma_{n+1} = \varsigma'_n - \varkappa \qquad \tau_{n+1} = \tau'_n - \varkappa$$

wo $\varkappa$ den längs dem Hauptstrahle gemessenen Abstand letzterer Fläche von ersterer bedeutet. Ist nun $\varkappa$ unendlich klein, so erhält man unter Vernachlässigung unendlich kleiner Grössen höherer Ordnung als der ersten

$$\frac{\mu_{n+1}}{\varsigma_{n+1}} - \frac{\mu_n}{\varsigma_n} - \frac{\mu_{n+1}\varkappa}{\varsigma^2_{n+1}} - \frac{\Delta\mu\cos i}{\rho_n} \qquad \frac{\mu_{n+1} K_{2_{n+1}}}{\varsigma_{n+1}} - \frac{\mu_n K_{2_n}}{\varsigma_n} - \frac{\mu_{n+1} K_{2_{n+1}}\varkappa}{\varsigma^2_{n+1}} = 0$$

$$\frac{\mu_{n+1} K_{1_{n+1}}}{\tau_{n+1}} - \frac{\cos i_n}{\cos i'_n}\frac{\mu_n K_{1_n}}{\tau_n} - \frac{\mu_{n+1} K_{1n+1}\varkappa}{\tau^2_{n+1}} = 0$$

und beim Limesübergang

$$d\frac{\mu}{\varsigma} - \frac{\mu\, d\varkappa}{\varsigma^2} = O_n d\varkappa \qquad d\frac{\mu K_2}{\varsigma} - \frac{\mu K_2 d\varkappa}{\varsigma^2} = 0 \qquad d\frac{\mu K_1}{\tau} - \frac{\mu K_1 d\varkappa}{\tau^2} = 0.$$

Die Differentialgleichung der tangentialen Strahlenvereinigung, welche deshalb nicht auf dieselbe Weise gewonnen werden kann, weil schon bei der Herleitung der entsprechenden Formel für homogene Medien ein Limesübergang stattfinden muss, erhält man auf folgende Weise. Das Brechungsgesetz $\Delta\mu\sin i = 0$ ergiebt beim Limesübergang

$$\sin i\, d\mu + \mu\cos i\, di = 0.$$

Da die Normale der Isoindicialfläche beim Durchgang des Lichtes keine Veränderung erleidet, so ist die Krümmung der Trajectorie gleich $\frac{di}{d\varkappa}$ und somit, wenn der bezügliche

Krümmungshalbmesser mit ρ bezeichnet wird, und ds das Bogenelement der Schnittlinie der Wellenfläche mit der Symmetrieebene darstellt,

$$\frac{1}{\rho} = -\frac{\operatorname{tg} i}{\mu}\frac{d\mu}{d\varkappa} = \frac{1}{\mu}\frac{d\mu}{ds}$$

Das Gesetz von LIOUVILLE lautet für die Schnittlinien der Wellenflächen mit der Symmetrieebene und ihre orthogonalen Trajectorien

$$\frac{d}{d\varkappa}\frac{1}{\tau} + \frac{d}{ds}\frac{1}{\rho} - \frac{1}{\tau^2} - \frac{1}{\rho^2} = 0$$

Da nun, wenn die Z-Achse mit der Tangente der Trajectorie zusammenfällt

$$\frac{d^2\mu}{ds^2} = \frac{\partial^2\mu}{\partial x^2} + \frac{\partial\mu}{\partial z}\frac{d^2z}{ds^2}$$

somit auch

$$\frac{d}{ds}\frac{1}{\rho} = \frac{1}{\mu}\frac{\partial^2\mu}{\partial x^2} + \frac{1}{\mu\tau}\frac{d\mu}{d\varkappa} - \frac{1}{\mu^2}\left(\frac{\partial\mu}{\partial x}\right)^2$$

ist, so ergiebt sich

$$\frac{d}{d\varkappa}\left(\frac{\mu}{\tau}\right) - \frac{\mu}{\tau^2} = \frac{2}{\mu}\left(\frac{\partial\mu}{\partial x_n}\right)^2 - \frac{\partial^2\mu}{\partial x_n^2}.$$

Die allgemeinen Formeln für den *Übergang zwischen zwei Medien mit continuirlich variablem Brechungsindex* ergeben für die tangentiale Strahlenvereinigung

$$\Delta\frac{\mu\cos^2 i}{\tau} = \frac{\Delta\mu\cos i}{\rho_{\prime}} + \Delta\sin i\left(2\frac{\partial\mu}{\partial x_0} - \sin i\frac{d\mu}{d\varkappa}\right)$$

während die übrigen Formeln dieselben bleiben wie in homogenen Medien. Die tangentiale Brechkraft ist somit gleich dem mit dem Produkte $\cos i \cos i'$ dividirten rechten Membrum dieser Gleichung.

Diese Formel lässt sich auch auf folgende Weise ohne Kenntnis des allgemeinen Falles deduciren. Lässt man die Z-Achse mit der Flächennormale zusammenfallen und ist x_0 die Coordinate eines Punktes der Schnittlinie der brechenden Fläche mit der XZ-Ebene, so erhält man durch Differentiation des Brechungsgesetzes

$$\Delta\left(\mu\cos i\frac{di}{dx_0} + \sin i\frac{d\mu}{dx_0}\right) = 0$$

Ist nun allgemein φu der Winkel, den die Normale der brechenden Fläche bzw. die Trajectorie mit der Z-Achse bilden, so hat man

$$i = \varphi - u \qquad \frac{d\varphi}{dx_0} = \frac{1}{\rho_{\prime}} \qquad \frac{du}{dx_0} = \frac{\cos i}{\tau} + \sin i\frac{du}{d\varkappa} \qquad \frac{du}{d\varkappa} = -\frac{1}{\mu}\frac{d\mu}{ds}$$

und da die brechende Fläche im allgemeinen Falle keine Isoindicialfläche darstellt,

$$\frac{d\mu}{ds} = \cos i \frac{\partial \mu}{\partial x} - \sin i \frac{\partial \mu}{\partial z} \qquad \frac{d\mu}{d\varkappa} = \sin i \frac{\partial \mu}{\partial x} + \cos i \frac{\partial \mu}{\partial z}$$

woraus sich ergiebt

$$\cos i \frac{d\mu}{ds} = \frac{\partial \mu}{\partial x} - \sin i \frac{d\mu}{d\varkappa}$$

und folglich

$$\Delta \left[\mu \cos i \left(\frac{1}{\rho_{\prime}} - \frac{\cos i}{\tau} \right) + \sin i \left(2 \frac{\partial \mu}{\partial x_0} - \sin i \frac{d\mu}{d\varkappa} \right) \right] = 0.$$

Die beiden Gleichungen

$$\chi^2 B = A + \chi D \qquad \chi K B = A$$

haben somit beim Vorhandensein einer Symmetrieebene unbeschränkte Giltigkeit für beliebige optische Systeme mit isotropen Medien, in welchen der Brechungsindex constant oder continuirlich variabel ist, wenn streifende Incidenz sowie Spitzen und Kanten an den Incidenzpunkten in den Trennungsflächen ausgeschlossen sind.

Im Falle eines *Umdrehungssystems* erfahren die Differentialgleichungen für die sagittale Abbildung besondere Vereinfachungen, wenn der Objektpunkt auf der Achse liegt. Fällt die Umdrehungsachse mit der Z-Achse zusammen, und wird die XZ-Ebene untersucht, so ist allgemein die Krümmung der Schnittlinie einer Isoindicialfläche mit einer zur YZ-Ebene parallelen Ebene gleich $\frac{1}{\rho_{\prime\prime} \cos \varphi}$ und es gilt

$$\frac{1}{\rho_{\prime\prime} \cos \varphi} = - \frac{\partial^2 \mu}{\partial y^2} : \frac{\partial \mu}{\partial z} \qquad x = \rho_{\prime\prime} \sin \varphi \qquad \frac{\partial \mu}{\partial x} = - \operatorname{tg} \varphi \frac{\partial \mu}{\partial z}$$

woraus folgt

$$\frac{\partial^2 \mu}{\partial y^2} = \frac{1}{x} \frac{\partial \mu}{\partial x}.$$

Wird nun die Gleichung der sagittalen Schnittweite in der Form

$$\mu (d\varsigma + d\varkappa) = \left(\varsigma^2 \frac{\partial^2 \mu}{\partial y^2} + \varsigma \frac{d\mu}{d\varkappa} \right) d\varkappa$$

geschrieben, und sind $\xi \zeta$ die Coordinaten des sagittalen Krümmungsmittelpunktes der Wellenfläche, so ist

$$\xi - x = \alpha \varsigma \qquad \zeta - z = \gamma \varsigma$$

woraus durch Differentiation folgt

$$d\varsigma = \frac{d\xi - dx - \varsigma d\alpha}{\alpha} = \frac{d\zeta - dz - \varsigma d\gamma}{\gamma}$$

wo $\alpha \gamma$ funktionen von x, z oder $\varkappa$ sind, da der Punkt xz auf der Trajectorie liegt.

Durch Einsetzen dieser Werthe von $d\varsigma$ und Ersetzen von $d\varkappa$ durch $\frac{dx}{\alpha}$ bzw. $\frac{dz}{\gamma}$ ergeben sich die beiden Gleichungen

$$\mu(d\xi - \varsigma d\alpha) = \left(\varsigma^2 \frac{\partial^2 \mu}{\partial y^2} + \varsigma \frac{d\mu}{d\varkappa}\right) dx \qquad \mu(d\zeta - \varsigma d\gamma) = \left(\varsigma^2 \frac{\partial^2 \mu}{\partial y^2} + \varsigma \frac{d\mu}{d\varkappa}\right) dz.$$

Unter Beachtung der Beziehungen

$$\frac{d\alpha}{dx} = \frac{1}{\alpha}\frac{d\alpha}{d\varkappa} \qquad \frac{d\gamma}{dz} = \frac{1}{\gamma}\frac{d\gamma}{d\varkappa}$$

erhält man aus den Gleichungen

$$\mu \frac{d\alpha}{d\varkappa} + \alpha \frac{d\mu}{d\varkappa} = \frac{\partial \mu}{\partial x} \qquad \mu \frac{d\gamma}{d\varkappa} + \gamma \frac{d\mu}{d\varkappa} = \frac{\partial \mu}{\partial z}$$

die Werthe

$$\mu \frac{d\alpha}{dx} = \frac{1}{\alpha}\frac{\partial \mu}{\partial x} - \frac{d\mu}{d\varkappa} \qquad \mu \frac{d\gamma}{dz} = \frac{1}{\gamma}\frac{\partial \mu}{\partial z} - \frac{d\mu}{d\varkappa}$$

und somit

$$\mu d\xi = \left(\varsigma^2 \frac{\partial^2 \mu}{\partial y^2} + \frac{\varsigma}{\alpha}\frac{\partial \mu}{\partial x}\right) dx \qquad \mu d\zeta = \left(\varsigma^2 \frac{\partial^2 \mu}{\partial y^2} + \frac{\varsigma}{\gamma}\frac{\partial \mu}{\partial z}\right) dz$$

welche Gleichungen allgemein beim Vorhandensein einer Symmetrieebene giltig sind. Führt man nun die oben für Umdrehungssysteme hergeleitete Beziehung $\frac{\partial^2 \mu}{\partial y^2} = \frac{1}{x}\frac{\partial \mu}{\partial x}$ ein, und geschieht dasselbe mit der Differentialgleichung der sagittalen Vergrösserungscoefficienten, nachdem dieser die Form

$$\mu d K_2 = \varsigma K_2 \frac{\partial^2 \mu}{\partial y^2} d\varkappa$$

gegeben worden ist, wobei in letzterer Gleichung $\frac{\partial \mu}{\partial x}$ durch $\frac{d(\mu\alpha)}{d\varkappa}$ ersetzt wird, so ergeben sich die drei für Umdrehungssysteme giltigen Gleichungen

$$\mu d\xi = \frac{\varsigma\xi}{\alpha x}\frac{\partial \mu}{\partial x} dx \qquad \frac{d(\mu\alpha K_2)}{d\varkappa} = \frac{\xi K_2}{x}\frac{d(\mu\alpha)}{d\varkappa} \qquad \mu d\zeta = \frac{\varsigma}{\alpha\gamma}\left(\alpha \frac{\partial \mu}{\partial z} - \gamma \frac{x - \xi}{x}\frac{\partial \mu}{\partial x}\right) dz.$$

Erstere besagt, dass, wenn $\xi = 0$ ist, sämmtliche Ableitungen höherer Ordnung von ξ auch gleich Null sind, so dass der sagittale Krümmungsmittelpunkt, wenn er irgendwo im System auf der Achse liegt, überall dasselbe Verhalten zeigt. Die zweite Gleichung ergiebt für $\xi = 0$ dasselbe Resultat wie die in optischen Umdrehungssystemen mit homogenen Medien giltige Gleichung $\Delta \mu \chi_2 \sin w = 0$, wo χ_2 den sagittalen Vergrösserungscoefficienten im Blendenpunkte, w den Neigungswinkel gegen die Achse darstellt. Diese beiden Gleichungen können somit bei $\xi = 0$ a priori postulirt werden. Dasselbe ist mit der dritten der Fall, denn die oben angewendeten Werthe der partiellen Ableitungen von μ ergeben

$$\alpha \frac{\partial \mu}{\partial z} - \gamma \frac{\partial \mu}{\partial x} = -\mu \frac{d\alpha}{dz}$$

und somit,

$$d\zeta = -\frac{\varsigma\, d\alpha}{\alpha\gamma}$$

woraus erhellt, dass diese Gleichung nur die Trajectoriengleichung darstellt, welche auch direkt durch Differentiation der Gleichung

$$-\frac{x}{\alpha} = \frac{\zeta - z}{\gamma}$$

erhalten wird.

Wenn zwei Symmetrieebenen vorliegen, und längs der Achse in Umdrehungssystemen, lässt sich der Werth der Brechkraft in gewissen Fällen unmittelbar hinschreiben. Der Fall concentrischer kugelförmiger Isoindicialflächen wird am einfachsten auf folgende Weise untersucht. In einem aus homogenen, durch concentrische Kugelflächen getrennten Medien bestehenden optischen Instrumente sei μ_0 der Brechungsindex des ersten Mediums und werde p_0 gleich dem Krümmungsradius ρ der brechenden Fläche gemacht. Man hat dann in jedem Incidenzpunkte $p = \rho$ und in jedem Medium $\chi = \frac{\mu_0}{\mu}$. Die Brechkraft ist dann allgemein zwischen den Medien $\mu_0 \mu$

$$D = -\mu_0 \mu \sum \frac{1}{\rho} \Delta \frac{1}{\mu}$$

und somit für heterogene Medien zwischen den Punkten $\mu_0 \mu$

$$D = -\mu_0 \mu \int_{\mu_0}^{\mu} \frac{1}{\mu^2} \frac{\partial^2 \mu}{\partial x^2} dz$$

indem bei senkrechter Incidenz

$$\frac{1}{\rho} = -\frac{\partial^2 \mu}{\partial x^2} : \frac{\partial \mu}{\partial z}$$

ist. In dem bekannten hypothetischen Fischlinsenmedium von MAXWELL, dessen Indicialgleichung mit dem Kugelcentrum als Anfangspunkt des Coordinatensystems

$$\frac{1}{\mu} = a + b\,(x^2 + y^2 + z^2)$$

geschrieben werden kann, ist $-\frac{1}{\mu^2}\frac{\partial^2 \mu}{\partial x^2}$ gleich der verdoppelten Constante b. Auch bei dem hypothetischen allgemeinen Indicialgesetze von MATTHIESSEN[1] welches auf dieselbe Weise durch die Gleichung

$$\mu = a + b\,(x^2 + y^2) + cz^2$$

[1] L. MATTHIESSEN, Grundriss der Dioptrik geschichteter Linsensysteme, Leipzig 1877.

ausgedrückt werden kann, in welcher für spärische Isoindicialflächen $b = c$ ist, wird die Integration mit bekannten einfachen Mitteln ausgeführt. In den Fällen, wo die vorliegende Aufgabe keine höheren Ansprüche an die Genauigkeit stellt, als dass es gestattet ist, die Dicke des optischen Systems zu vernachlässigen, was bei homogenen Medien dadurch ausgedrückt wird, dass anstatt dem wahren Werthe der Brechkraft der Werth der Summe ΣD gesetz wird, findet man in heterogenen Medien den entsprechend approximativen Werth der Brechkraft gleich $-\int\frac{\partial^2\mu}{\partial x^2}dz$ und kann somit denselben nicht nur längs einer Symmetrieachse in jedem beliebigen nach MATTHIESSENS Hypothese gebauten Medium, sondern auch längs der Achse eines beliebigen, cylindrisch geschichteten Mediums unmittelbar hinschreiben. Im allgemeinen Falle hat man aber unter Anwendung von Serien die numerische Integration vorzunehmen.

Die Differentialgleichungen der Strahlenvereinigung für den Durchgang längs der Achse eines Umdrehungssystems scheint LIPPICH[1] zuerst angegeben zu haben. Einen vermeintlichen Beweis dafür, dass die Linsenformel auch für beliebige heterogene Linsen gelte, hat EXNER[2] gegeben. Den approximativen Werth der Brechkraft hat MATTHIESSEN bei der Untersuchung seines hypothetischen Indicialgesetzes gefunden. Für den axialen Durchgang durch ein cylindrisch geschichtetes Medium hat EXNER[3] denselben angegeben.

4. Die Aberration auf der Achse eines Umdrehungssystems.

In einem *Medium mit continuirlich variablem Brechungsindex* falle die Z-Achse mit der Umdrehungsachse der Isoindicialflächen zusammen und seien die in der XZ-Ebene verlaufenden Strahlen untersucht.

Die dreimalige Differentiation der Gleichung

$$\frac{d\alpha}{dz} = \alpha\frac{\partial\alpha}{\partial x} + \gamma\frac{\partial\alpha}{\partial z}$$

ergiebt unter Berücksichtigung, dass auf der Achse

$$\frac{\partial\alpha}{\partial z} \quad \frac{\partial^2\alpha}{\partial x^2} \quad \frac{\partial^2\alpha}{\partial z^2} \quad \frac{\partial^3\alpha}{\partial x^2\partial z} \quad \frac{\partial^3\alpha}{\partial z^3}$$

sowie α und $d\gamma$ gleich Null sind, zunächst

[1] In einem Referat über die oben citirte Arbeit von MATTHIESSEN. Schlömilchs Zeitschrift für Math. u. Physik. XXIII, 1878. Hist. Litt. Abth. S. 63.

[2] K. EXNER. Giltigkeit der Linselformel für nicht homogene Linsen, Ann. d. Physik u. Chemie, N. F. XXIX, S. 484.

[3] K. EXNER, Zur Linsenformel. Linsenwirkung nicht homogener Körper. Ibid., N. F. XXVIII, S. 111.

$$d\frac{d\alpha}{d\varkappa}=d\alpha\frac{\partial\alpha}{\partial x}+d\frac{\partial\alpha}{\partial z}$$

$$d^2\frac{d\alpha}{d\varkappa}=d^2\alpha\frac{\partial\alpha}{\partial x}+2d\alpha d\frac{\partial\alpha}{\partial x}+d^2\frac{\partial\alpha}{\partial z}$$

$$d^3\frac{d\alpha}{d\varkappa}=d^3\alpha\frac{\partial\alpha}{\partial x}+3d^2\alpha d\frac{\partial\alpha}{\partial x}+3d\alpha d^2\frac{\partial\alpha}{\partial x}+3d^2\gamma d\frac{\partial\alpha}{\partial z}+d^3\frac{\partial\alpha}{\partial z}$$

und somit, da $d^2\gamma=-\left(\frac{\partial\alpha}{\partial x}\right)^2 dx^2$ ist, die drei Gleichungen:

$$\frac{\partial}{\partial x}\frac{d\alpha}{d\varkappa}=\left(\frac{\partial\alpha}{\partial x}\right)^2+\frac{\partial^2\alpha}{\partial x\,\partial z}$$

$$\frac{\partial^2}{\partial x\,\partial z}\frac{d\alpha}{d\varkappa}=2\frac{\partial\alpha}{\partial x}\frac{\partial^2\alpha}{\partial x\,\partial z}+\frac{\partial^3\alpha}{\partial x\,\partial z^2}$$

$$\frac{\partial^3}{\partial x^3}\frac{d\alpha}{d\varkappa}=4\frac{\partial\alpha}{\partial x}\frac{\partial^3\alpha}{\partial x^3}-3\left(\frac{\partial\alpha}{\partial x}\right)^2\frac{\partial^2\alpha}{\partial x\,\partial z}+\frac{\partial^4\alpha}{\partial x^3\,\partial z}$$

Ich habe nun gezeigt, dass in diesem Coordinatensystem, wenn A den Aberrationswerth, s den Krümmungshalbmesser der Wellenfläche darstellt, und $x_\prime\, y_\prime\, z_\prime$ Coordidaten eines Punktes dieser Fläche sind,

$$\frac{1}{s}=-\frac{\partial\alpha}{\partial x_\prime}\qquad\frac{A}{s^4}=-\frac{\partial^3\alpha}{\partial x_\prime^3}$$

ist. Der allgemeine Ausdruck für $d^3\alpha$ ergiebt, wenn in demselben

$$dx=dx_\prime\qquad dz=0\qquad d^2z=-\frac{\partial\alpha}{\partial x}dx^2,$$

gesetzt wird

$$\frac{\partial^3\alpha}{\partial x_\prime^3}=\frac{\partial^3\alpha}{\partial x^3}-3\frac{\partial\alpha}{\partial x}\frac{\partial^2\alpha}{\partial x\,\partial z}$$

woraus, da $z=\varkappa$ ist, durch Differentiation resultirt

$$\frac{d}{d\varkappa}\left(\frac{A}{s^4}\right)=3\frac{\partial\alpha}{\partial x}\frac{\partial^3\alpha}{\partial x\,\partial z^2}+3\left(\frac{\partial^2\alpha}{\partial x\,\partial z}\right)^2-\frac{\partial^4\alpha}{\partial x^3\,\partial z}$$

und durch Elimination mit den drei oben ermittelten Gleichungen

$$\frac{d}{d\varkappa}\left(\frac{A}{s^4}\right)-\frac{4A}{s^5}=3\frac{\partial^2\alpha}{\partial x\partial z}\frac{\partial}{\partial x}\frac{d\alpha}{d\varkappa}+3\frac{\partial\alpha}{\partial x}\frac{\partial^2}{\partial x\partial z}\frac{d\alpha}{d\varkappa}-\frac{\partial^3}{\partial x^3}\frac{d\alpha}{d\varkappa}$$

erhalten wird. Die hier vorkommenden Ableitungen von $\frac{d\alpha}{d\varkappa}$ erhält man durch successive Differentiationen der Gleichung

$$\frac{d\alpha}{d\varkappa}=\frac{1}{\mu}\left(\frac{\partial\mu}{\partial x}-\alpha\frac{d\mu}{d\varkappa}\right).$$

Unter Berücksichtigung, dass längs der Achse

$$\frac{\partial\mu}{\partial x} \qquad \frac{\partial^2\mu}{\partial x\partial z} \qquad \frac{\partial^3\mu}{\partial x^3} \qquad \frac{\partial^3\mu}{\partial x\partial z^2}$$

gleich Null sind, ergiebt sich zunächst:

$$d\frac{d\alpha}{d\varkappa} = \frac{1}{\mu}d\frac{\partial\mu}{\partial x} - \frac{d\alpha}{\mu}\frac{d\mu}{d\varkappa}$$

$$d^2\frac{d\alpha}{d\varkappa} = \frac{1}{\mu}d^2\frac{\partial\mu}{\partial x} + 2d\frac{1}{\mu}d\frac{\partial\mu}{\partial x} - \frac{d^2\alpha}{\mu}\frac{d\mu}{d\varkappa} - 2d\alpha\left\{\frac{1}{\mu}d\frac{d\mu}{d\varkappa} + \frac{d\mu}{d\varkappa}d\frac{1}{\mu}\right\}$$

$$d^3\frac{d\alpha}{d\varkappa} = \frac{1}{\mu}\left\{d^3\frac{\partial\mu}{\partial x} - d^3\alpha\frac{d\mu}{d\varkappa} - 3d\alpha\, d^2\frac{d\mu}{d\varkappa}\right\} + 3d^2\frac{1}{\mu}\left\{d\frac{\partial\mu}{\partial x} - d\alpha\frac{d\mu}{d\varkappa}\right\}$$

wo im letzten Ausdruck die Glieder ausgelassen worden sind, deren ausschliesslich nach x genommenen partiellen Differentialquotienten gleich Null sind. Unter Beachtung, dass die Gleichung

$$\frac{d\mu}{d\varkappa} = \alpha\frac{\partial\mu}{\partial x} + \gamma\frac{\partial\mu}{\partial z}$$

die Werthe

$$\frac{\partial}{\partial z}\frac{d\mu}{d\varkappa} = \frac{\partial^2\mu}{\partial z^2} \qquad \frac{\partial^2}{\partial x^2}\frac{d\mu}{d\varkappa} = 2\frac{\partial\alpha}{\partial x}\frac{\partial^2\mu}{\partial x^2} - \left(\frac{\partial\alpha}{\partial x}\right)^2\frac{\partial\mu}{\partial z} + \frac{\partial^3\mu}{\partial x^2\partial z}$$

ergiebt, findet man als Resultat der Differentiation:

$$\frac{\partial}{\partial x}\frac{d\alpha}{d\varkappa} = \frac{1}{\mu}\left(\frac{\partial^2\mu}{\partial x^2} - \frac{\partial\alpha}{\partial x}\frac{d\mu}{d\varkappa}\right)$$

$$\frac{\partial^2}{\partial x\partial z}\frac{d\alpha}{d\varkappa} = \frac{1}{\mu}\left(\frac{\partial^3\mu}{\partial x^2\partial z} - \frac{1}{\mu}\frac{\partial\mu}{\partial z}\frac{\partial^2\mu}{\partial x^2} - \frac{\partial^2\alpha}{\partial x\partial z}\frac{d\mu}{d\varkappa} - \frac{\partial\alpha}{\partial x}\frac{\partial^2\mu}{\partial z^2} + \frac{1}{\mu}\frac{\partial\alpha}{\partial x}\frac{\partial\mu}{\partial z}\frac{d\mu}{d\varkappa}\right)$$

$$\frac{\partial^3}{\partial x^3}\frac{d\alpha}{d\varkappa} = \frac{1}{\mu}\left\{\frac{\partial^4\mu}{\partial x^4} - \frac{\partial^3\alpha}{\partial x^3}\frac{d\mu}{d\varkappa} - 3\frac{\partial\alpha}{\partial x}\left[\frac{\partial^3\mu}{\partial x^2\partial z} + 2\frac{\partial\alpha}{\partial x}\frac{\partial^2\mu}{\partial x^2} - \left(\frac{\partial\alpha}{\partial x}\right)^2\frac{\partial\mu}{\partial z}\right] - \frac{3}{\mu}\frac{\partial^2\mu}{\partial x^2}\left(\frac{\partial^2\mu}{\partial x^2} - \frac{\partial\alpha}{\partial x}\frac{d\mu}{d\varkappa}\right)\right\}$$

Werden diese Werthe eingesetzt, indem auf angegebene Weise As an Stelle von $\frac{\partial^3\alpha}{\partial x^3}$ bzw. $\frac{\partial\alpha}{\partial x}$ eingeführt werden, so ergiebt sich die *Differentialgleichung der Aberration auf der Achse eines Umdrehungssystems in Medien mit continuirlich variablem Brechungsindex:*

$$\frac{d}{d\varkappa}\left(\frac{\mu A}{s^4}\right) - \frac{4\mu A}{s^5} = -\frac{\partial^4\mu}{\partial x^4} - \frac{6}{s}\frac{\partial^3\mu}{\partial x^2\partial z} + \frac{3}{s^2}\left(\frac{\partial^2\mu}{\partial x^2} - \frac{\partial^2\mu}{\partial z^2}\right) + \frac{6}{\mu}\left(\frac{\partial^2\mu}{\partial x^2} + \frac{1}{s}\frac{\partial\mu}{\partial z}\right)^2$$

Die geometrisch-optische Bedeutung dieser Gleichung kann am leichtesten auf folgende Weise illustrirt werden. Zunächst kann das linke Membrum in der Form

$$\frac{1}{s^4}\left\{\frac{d(\mu A)}{d\varkappa} - \frac{4\mu A}{s}\left(\frac{ds}{d\varkappa} + 1\right)\right\}$$

geschrieben werden, dann erhält man aus der allgemeinen Gleichung der Vergrösserungscoefficienten

$$\frac{d}{d\varkappa}\left(\frac{\mu K}{s}\right) - \frac{\mu K}{s^2} = 0$$

die Beziehung

$$\frac{1}{s}\left(\frac{ds}{d\varkappa}+1\right)=\frac{1}{\mu K}\frac{d(\mu K)}{d\varkappa}$$

wonach, wenn dieselbe eingeführt wird, demselben Membrum die Gestalt

$$\frac{\mu^4 K^4}{s^4}\left\{\frac{1}{\mu^4 K^4}\frac{d(\mu A)}{d\varkappa}-\frac{4\mu A}{\mu^5 K^5}\frac{d(\mu K)}{d\varkappa}\right\}$$

gegeben werden kann, und somit

$$\frac{d}{d\varkappa}\left(\frac{\mu A}{s^4}\right)-\frac{4\mu A}{s^5}=\frac{\mu^4 K^4}{s^4}\frac{d}{d\varkappa}\left(\frac{A}{\mu^3 K^4}\right)$$

erhalten wird. Wiederum kann im rechten Membrum der Abflachungswert Φ der Isoindicialfläche eingeführt werden. Wie ich bewiesen habe, wird dieser in dem angewendeten Coordinatensystem durch die Gleichung

$$\Phi=\frac{d^4 z}{dx^4}-\frac{3}{\rho^3}$$

bestimmt, wo ρ den Krümmungshalbmesser der Isoindicialfläche darstellt. Die succesiven Differentiationen der Gleichung der Schnittlinie dieser Fläche mit der XZ-Ebene

$$\frac{\partial\mu}{\partial x}dx+\frac{\partial\mu}{\partial z}dz=0$$

ergeben nun

$$\frac{1}{\rho}=-\frac{\partial^2\mu}{\partial x^2}:\frac{\partial\mu}{\partial z}\,,\qquad \frac{d^4 z}{dx^4}=-\left\{\frac{\partial^4\mu}{\partial x^4}+\frac{6}{\rho}\frac{\partial^3\mu}{\partial x^2\partial z}+\frac{3}{\rho^2}\frac{\partial^2\mu}{\partial z^2}\right\}:\frac{\partial\mu}{\partial z}$$

und somit

$$\Phi\frac{\partial\mu}{\partial z}=-\frac{\partial^4\mu}{\partial x^4}-\frac{6}{\rho}\frac{\partial^3\mu}{\partial x^2\partial z}+\frac{3}{\rho^2}\left(\frac{\partial^2\mu}{\partial x^2}-\frac{\partial^2\mu}{\partial z^2}\right).$$

Wird dieser Werth in der Differentialgleichung der Aberration eingeführt, so erhält dieselbe die Form

$$\frac{d}{d\varkappa}\left(\frac{A}{\mu^3 K^4}\right)=\frac{s^4}{\mu^4 K^4}\left\{\Phi\frac{d\mu}{d\varkappa}+3\left(\frac{1}{\rho}-\frac{1}{s}\right)\left[2\frac{\partial^3\mu}{\partial x^2\partial z}-\left(\frac{1}{\rho}+\frac{1}{s}\right)\left(\frac{\partial^2\mu}{\partial x^2}-\frac{\partial^2\mu}{\partial z^2}\right)+\frac{2}{\mu}\left(\frac{d\mu}{d\varkappa}\right)^2\left(\frac{1}{\rho}-\frac{1}{s}\right)\right]\right\}$$

in welcher sie mit der für gewöhnliche optische Systeme geltenden Formel am leichtesten verglichen werden kann. Ein solcher Vergleich lehrt nun beim ersten Blick, dass dieselbe nicht durch Anwendung letzterer zum Limesübergang gewonnen werden kann, was a priori auch daraus vermuthet werden konnte, dass diese Formel selbst nur durch eine Differentiation erhalten wird. Der diesbezügliche Versuch MATTHIESSENS[1] hat auch in Übereinstimmung hiermit zu einer falschen Differentialgleichung der Aberration geführt.

[1] L. MATTHIESSEN, Grundriss der Dioptrik geschichteter Linsensysteme, Leipzig 1877, S. 233.

Für den *Übergang zwischen zwei Medien mit continuirlich variablem Brechungsindex* erhält man durch dreimalige Differentiation der optischen Invariante erster Ordnung

$$\Delta \frac{\partial V}{\partial x_0} = \Delta \mu (\alpha + p\gamma) = 0$$

die Gleichung

$$\Delta \{\mu (d^3\alpha + d^3p + 3\,dp\,d^2\gamma) + 3d^2\mu (d\alpha + dp)\} = 0$$

in welcher mit den a. a. O. angegebenen Bezeichnungen

$$d^3p + 3\,dp\,d^2\gamma = \left(\Phi + \frac{3}{\rho^3} - \frac{3}{\rho s^2}\right) dx_0^3$$

$$d^2\mu (d\alpha + dp) = \left(\frac{1}{\rho} - \frac{1}{s}\right)\left(\frac{\partial^2 \mu}{\partial x^2} + \frac{1}{\rho}\frac{\partial \mu}{\partial z}\right) dx_0^3$$

zu setzen ist. Nach oben angewendeter Methode findet man

$$\frac{\partial^3 \alpha}{\partial x_0^3} = \frac{\partial^3 \alpha}{\partial x_3} + \frac{3}{\rho}\frac{\partial^2 \alpha}{\partial x \partial z}$$

und durch Einsetzen der durch die obenstehende Untersuchung bekannten Werthe

$$\frac{\partial^3 \alpha}{\partial x_0^3} = -\frac{A}{s^4} + 3\left(\frac{1}{\rho} - \frac{1}{s}\right)\left\{\frac{1}{\mu}\left(\frac{\partial^2 \mu}{\partial x^2} + \frac{1}{s}\frac{\partial \mu}{\partial z}\right) - \frac{1}{s^2}\right\}.$$

Bildet man dann die optische Invariante

$$\Delta \left\{\frac{3\mu}{\rho^2}\left(\frac{1}{\rho} - \frac{1}{s}\right) - \frac{\partial^4 V}{\partial x_0^4}\right\} = 0$$

so erhält man durch die angebenen Werthe *die optische Invariante des Aberrationswerthes beim Übergang zwischen zwei Medien mit continuirlich variablem Brechungsindex in Umdrehungssystemen*

$$\Delta \frac{\mu A}{s^4} - \Phi \Delta \mu + 3\mu^2 \left(\frac{1}{\rho} - \frac{1}{s}\right)^2 \Delta \frac{1}{\mu s} + 3\mu \left(\frac{1}{\rho} - \frac{1}{s}\right) \Delta \frac{1}{\mu}\left\{2\frac{\partial^2 \mu}{\partial x^2} + \left(\frac{1}{\rho} + \frac{1}{s}\right)\frac{\partial \mu}{\partial z}\right\}$$

welche auf gewöhnliche Weise nach Multiplikation mit der optischen Invariante $\frac{s^4}{\mu^4 K^4}$ das betreffende Glied in der Summenformel darstellt.

5. Die Dioptrik der menschlichen Kristallinse.

Die Linse des Auges stellt bis gegen Ende der zweiten Lebensdekade ein Medium mit continuirlich variablem Brechungsindex dar. Erst um diesen Zeitpunkt beginnen

die ersten Zeichen einer Discontinuität sich merkbar zu machen, indem die von HESS[1] beschriebenen sogenannten »Kernbildchen» bei geeigneter Untersuchung der in den Linsenflächen entstehenden Spiegelbilder neben diesen wahrgenommen zu werden anfangen. Soweit dieselben bisher untersucht werden können, beweisen sie die Gegenwart einer Discontinuität in der Variation des Brechungsindex, welche den Typus einer regelmässigen continuirlichen Fläche hat, die zwei verschiedenen Medien mit continuirlich variablem Brechungsindex von einander trennt.

Obwohl nun somit im Vorhergehenden die mathematischen Gesetze enthalten sind, welche sowohl die ganz jugendliche als die reifere Linse in dioptrischer Hinsicht zu untersuchen gestatten, so soll die folgende Untersuchung auf die Linse der beiden ersten Lebensdekaden beschränkt werden, weil unsere Kenntnisse von der Discontinuitätsfläche nicht ausreichen um eine exakte Untersuchung unter Berücksichtigung derselben ausführen zu können. Allem Anscheine nach ist diese Fläche eine Altersveränderung der Linse, deren von der fortschreitenden Abnahme der Accommodation bezeugte Senescenz schon in der ersten Kindheit anfängt, und als solche beachtenswerthen individuellen Verschiedenheiten unterworfen, welche es wohl fraglich machen, ob überhaupt mit der Aussicht gerechnet werden darf, sie näher kennen zu lernen. Alles, was über dieselbe mit Bestimmtheit ausgesprochen werden kann, ist, dass sie in physiologischen Fällen keine merkbare Bedeutung für das direkte Sehen bei mässiger Pupillengrösse haben kann. Denn die »Kernbildchen» lösen sich nur in den peripheren Theilen von den in den Linsenflächen entstandenen Spiegelbildern ab. Es muss deshalb die zwischen den Linsenflächen und der Discontinuitätsfläche belegene Schicht sehr dünn sein im Verhältniss zur Dicke der Linse, und es kann in den centralen Theilen kein hinreichender Unterschied der auf beiden Seiten der Discontinuitätsfläche belegenen Medien vorhanden sein um einen merkbaren Einfluss auf die axiale Dioptrik der Linse ausüben zu können, zumal die Krümmung der Fläche keinen bedeutenden Unterschied von derjenigen der benachbarten Linsenfläche haben kann.

Wenn ich im folgenden die Linse als ein Medium mit continuirlich variablem Brechungsindex behandle, so ist dies somit für die jugendliche Linse streng richtig, für die reifere mit Hinsicht zu den Forderungen der Dioptrik des Auges hinreichend genau, und es ist für letzteres Alternativ dieser Vorgangsmodus der bis auf weiteres einzig mögliche, was von einem Mangel an physiologischen Thatsachen, nicht an mathematischen Mitteln bedingt wird.

Die physiologische Untersuchung des Strahlenganges im Auge unter Anwendung eines leuchtenden Punktes hat ergeben, dass im normalen Auge die Wellenfläche des gebrochenen Strahlenbündels eine vollständige Berührung vierter Ordnung mit einer Umdrehungsfläche hat, und dass die normale Decentration der brechenden Flächen bei der Grösse der lichtpercipirenden Elemente ohne Bedeutung für das scharfe Sehen ist.[2] Ausserdem konnte durch Untersuchung der um einen leuchtenden Punkt sicht-

[1] C. HESS, Ueber Linsenbildchen, die durch Spiegelung am Kerne der normalen Linse enstehen. Archiv für Augenheilkunde, LI, S. 375, 1905.

[2] A. GULLSTRAND, Beitrag zur Theorie des Astigmatismus, Skand. Archiv für Physiologie, II, S. 269, 1890.

baren Strahlen die entsprechende Beschaffenheit der Wellenfläche eruirt und mathematisch untersucht werden.[1] Dieselbe besteht darin, dass die Schnittlinie derselben mit einer Cylinderfläche, deren Achse mit der Achse der osculirenden Umdrehungsfläche zusammenfällt, einen wellenförmigen Verlauf hat, und wird, da ihr Entstehen in der Linse physiologisch bewiesen ist, durch eine entsprechende Beschaffenheit entweder der Linsenflächen oder der Isoindicialflächen bedingt. Die ophthalmometrische Untersuchung lehrt aber, dass die Ursache nicht, wenigstens nicht allein, in den Linsenflächen gesucht werden kann. Da es somit feststeht, dass die Isoindicialflächen zwar keine Umdrehungsflächen darstellen, wohl aber mit einer für die Dioptrik des Auges hinreichenden Genauigkeit als eine vollständige Berührung vierter Ordnung mit Umdrehungsflächen habend angesehen werden können, und da weiter die Abweichungen von der Gestalt einer Umdrehungsfläche grossen individuellen Schwankungen unterliegt, so kann eine allgemeinphysiologische Untersuchung der Abbildungsvorgänge durch die Linse nur die Untersuchung des Umdrehungssystems betreffen, mit welcher die Berührung vierter Ordnung stattfindet.

Es handelt sich also um die Untersuchung eines Umdrehungssystems mit continuirlich variablem Brechungsindex, und die nächste Frage ist die nach dem Variationsgesetz.

Von theoretischen Erwägungen ausgegangen, war MATTHIESSEN[2] zu der Annahme gelangt, dass für die Kurve, welche entsteht, wenn die Abstände vom Linsencentrum als Abscissen, die Brechungsindices als Ordinaten eingetragen werden, eine parabolische Krümmung angenommen werden könnte. Später stellte er selbst[3] und andere[4] eine grosse Anzahl von Untersuchungen an, aus welchen hervorging, dass sowohl in der menschlichen und thierischen Linse, wie in gequollenen Leimcylindern ein solches Verhalten approximativ stattfindet, und schliesslich sah er dasselbe als »ein Naturgesetz» an.[5] Da der Brechungsindex im Linsencentrum sein Maximum hat, so ist dieses vermeintliche Gesetz offenbar nur ein Ausdruck für die Vernachlässigung der Glieder höherer Ordnung als der zweiten bei der Reihenentwickelung der Funktion, welche den Brechungsindex als von den Raumcoordinaten abhängig darstellt, und die fraglichen Untersuchungen können nur beweisen, dass, wenn die Annahme dieses Gesetzes sonst mathematisch möglich ist, dasselbe eine in anatomischer Hinsicht genügend genaue Vorstellung über die Indexvariation in der Linse enthält. Unter den Stützen, welche von MATTHIESSEN[6] für dieses Gesetz angeführt worden sind, und

[1] A. GULLSTRAND, Allgemeine Theorie der monochromatischen Aberrationen und ihre nächsten Ergebnisse für die Ophthalmologie, Nova Acta Reg. Soc. Sc. Ups. Ser. III, 1900.

[2] A. a. O. Grundriss etc. S. 175.

[3] L. MATTHIESSEN, Ueber das Gesetz der Zunahme der Brechungsindices innerhalb der Kristallinse der Säugethiere und Fische. v. GRAEFES Archiv für Ophthalmologie XXXI, S. 31, 1885.

[4] A. SCHWARZ, Ueber das Gesetz der Quellung von Leimcylindern (Refractionsgesetz), Repertorium der Physik, XXI, S. 702, 1885. Vergl. auch S. EXNER Ueber Cylinder, welche optische Bilder entwerfen, Ebenda XXII, S. 299 und PFLÜGERS Archiv für die gesammte Physiologie, XXXVIII, S. 274, sowie XXXIX, S. 244.

[5] In einem Referate in NAGELS Jahresbericht über die Leistungen und Fortschritte im Gebiete der Ophthalmologie, XVII, S. 42, 1887.

[6] Beiträge zur Dioptrik der Kristallinse. Zweite Folge. Zeitschrift für vergleichende Augenheilkunde V. S. 71. 1887.

welche sich sonst auf Messungen beziehen, die keine grössere Genauigkeit beanspruchen können als die oben erwähnten, befindet sich auch der analytische Beweis, dass bei Annahme dieses Gesetzes die Linse der Fische im Wasser oder Glaskörper aplanatisch ist. Dieser in einer späteren Abhandlung[1] ausführlich gegebene Beweis ist aber auch nur approximativ und kann, wie die Resultate der analytischen Untersuchung zeigen,[2] nur cum grano salis als eine Stütze des fraglichen Gesetzes verwerthet werden.

Als Approximation darf somit das Gesetz von MATTHIESSEN nur dort angewendet werden, wo es nicht mit mathematischen oder physikalischen Thatsachen in Widerspruch kommt, da eben die Vernachlässigung Glieder höherer Ordnung die Ursache des Widerspruches sein könnte. Man hat somit das Gesetz an den Früchten zu prüfen.

Zunächst zeigt es sich hierbei, dass mit diesem Gesetze keine einheitliche Funktion für die ganze Linse aufgestellt werden kann, durch welche der Brechungsindex von den Raumcoordinaten abhängig gemacht wird, sondern MATTHIESSEN hat für jede Linsenhälfte eine verschiedene Funktion aufstellen müssen, wobei die Isoindicialflächen der beiden Linsenhälften, sofern man sich an die mathematische Funktion hält, einander einfach schneiden. In der schematischen Figur eines Meridionalschnittes[3] sind zwar die Schnittpunkte abgerundet, aber ein entsprechender mathematischer Ausdruck der anzuwendenden Funktion fehlt vollkommen. Da nun jeder Strahl, die Achse selbst ausgenommen, einen solchen abgerundeten Schnittpunkt berührt, wozu noch kommt, dass die benutzte Differentialgleichung für die meridionale Schnittweite nicht nur, wie oben bewiesen wurde, falsch ist, sondern ausserdem bei streifender Incidenz in einer Isoindicialfläche unendlich grosse Werthe enthält, so dürfte es einleuchtend sein, dass das Gesetz von MATTHIESSEN wenigstens in seiner eigenen Untersuchung zu mathematisch unmöglichen Resultaten geführt hat. Zwar sind nun im Obenstehenden die Mittel gegeben, mit welchen eine nach dieser Vorstellung gebaute Linse untersucht werden kann, indem die von sämmtlichen Schnittlinien der Isoindicialflächen gebildete Fläche als eine Trennungsfläche zwischen zwei Medien mit continuirlich variablem Brechungsindex behandelt werden kann, aber die Annahme einer solchen Fläche dürfte, soweit bekannt, weder durch physikalische noch durch anatomische oder physiologische Thatsachen gestützt werden können, was wohl auch die Ursache dazu gewesen ist, dass MATTHIESSEN die betreffenden Schnittpunkte in der Figur abgerundet hat.

Das Gesetz von MATTHIESSEN besteht eigentlich aus zwei Theilen, nämlich der Annahme einer parabolischen Gleichung für die Indexvariation längs der Achse und der Annahme, dass der Krümmungshalbmesser der Isoindicialflächen dem Abstande des Scheitels derselben vom Linsencentrum proportional wäre. Aus der letzteren Annahme folgt dann die parabolische Gleichung für einen beliebigen Durchmesser. Dieselbe wird nur durch ältere, wenig zuverlässige, anatomische Untersuchungen begründet. Beiden Annahmen wird endlich von ihm selbst widersprochen, indem er

[1] Beiträge zur Dioptrik der Kristallinse. Vierte Folge. Ebenda VII. S. 102. 1893.
[2] Ebenda S. 128.
[3] A. a. O. Grundriss etc. S. 198.

Messungen verwerthet, welche eine elliptische Gleichung wahrscheinlicher machen als eine parabolische.[1]

Während es nun aus dem eben gesagten hervorgeht, dass beide Annahmen zusammen zu unmöglichen Resultaten führen, so ist, wie aus dem folgenden hervorgehen wird, erstere Annahme an und für sich mathematisch möglich. Die Thatsache, dass alle refraktometrischen und physiologischen Untersuchungen annähernd mit dem Gesetze von MATTHIESSEN übereinstimmende Resultate ergeben haben, beweist eben nur, dass die Indexvariation durch eine Reihe ausgedrückt werden kann, in welcher Glieder höherer Ordnung, als für die vorliegende Frage mathematisch nöthig sind, nicht mitgenommen zu werden brauchen. Da nun die Einheitlichkeit der Funktion für beide Linsenhälften nicht nur bei der asymmetrischen ruhenden, sondern auch bei der als symmetrisch gedachten accommodirenden Linse nur durch Hinzuziehen Glieder höherer Ordnung erreicht werden kann, so ist es offenbar, dass sämmtliche Glieder bis einschliesslich der vierten Ordnung berücksichtigt werden müssen. Hierbei zeigt es sich aber, dass die aus physiologischen Thatsachen zu erhaltenden Gleichungen für die Ermittelung der Coefficienten der Reihe erst dann dazu ausreichen, wenn entweder eine willkürliche Annahme gemacht wird, oder das Gesetz der Indexvariation längs der Achse bekannt ist, so dass die Annahme der parabolischen Gleichung für die Indexvariation längs der Achse mathematisch möglich ist und durch die refraktometrischen Untersuchungen berechtigt erscheint. Der Vollständigkeit halber wird aber im folgenden auch auf die Möglichkeit Rücksicht genommen werden, dass ein anderes Variationsgesetz längs der Achse gelten könne.

Da es sich nur um die Untersuchung der Vorgänge in einem Meridianschnitte handelt, so wird im folgenden ein zweiachsiges rechtwinkliges Coordinatensystem angewendet, dessen Anfangspunkt in dem durch maximalen Brechungsindex charakterisirten *Linsencentrum* belegen ist, dessen X-Achse mit der Umdrehungsachse zusammenfällt und in der Richtung nach der Netzhaut zu positiv gerechnet wird. Wenn μ_0 den Brechungsindex des Linsencentrums, μ den eines beliebigen Punktes xy bezeichnet, so ergiebt sich unter Anwendung der Differentialquotienten der Funktion, welche den Brechungsindex als von den Coordinaten abhängig darstellt, die Reihe

$$\mu_0 - \mu = \tfrac{1}{2}(mx^2 + ny^2) + \tfrac{1}{6}(Mx^3 + 3Nxy^2) + \tfrac{1}{24}(p_m x^4 + 6p_0 x^2 y^2 + p_n y^4)$$

indem die übrigen Differentialquotienten in Umdrehungssystemen gleich Null sind.

Sämmtliche Differentialquotienten dieser Gleichung könnten ersichtlicher Weise am einfachsten dadurch bestimmt werden, dass in sieben verschiedenen, passend gewählten Punkten der Brechungsindex refraktometrisch bestimmt würde, wenn überhaupt diese Untersuchungen hinreichend exakte Resultate gäben. Da nun dies aber bei dem geringen Indexunterschiede nicht der Fall ist, so können refraktometrische Untersuchungsergebnisse nur betreffend die Punkte mit niedrigstem Index auf der Achse und am Aequator mit Hinsicht auf die geforderte Exaktheit Verwendung finden, wodurch drei Gleichungen erhalten werden. Zwei weitere Gleichungen ergeben sich

[1] A. a. O. Zeitschrift für vergleichende Augenheilkunde. S. 130.

aus dem mathematischen Ausdrucke für die Krümmung der Isoindicialfläche am vorderen und hinteren Pol, wo dieselbe mit der aus ophthalmometrischen Untersuchungen bekannten Krümmung der Linsenflächen übereinstimmen muss. Endlich kann aus dem bei der Extraktion der Linse eintretenden, durch zahlreiche Untersuchungen bekannten Refraktionsverlust des Auges unter Hinzuziehung der aus ophthalmometrischen Untersuchungen bekannten Daten der Hornhautrefraktion die Brechkraft des von der Linsensubstanz repraesentirten optischen Systems berechnet werden, wonach die im vorhergehenden gegebene Differentialgleichung der Brechkraft nach Integration die sechste Gleichung liefert.

Es seien $x_1 x_2$ die Coordinaten des vorderen bzw. hinteren Linsenpols, $\mu_1 \mu_2$ die Brechungsindices der Corticalsubstanz, und $\rho_1 \rho_2$ die Krümmungsradien der Isoindicialfläche in diesen Punkten, wobei also x_1 und ρ_2 negativ sind, es sei ferner μ_3 der Brechungsindex in den Punkten $x = 0$ $y = \pm y_3$ und D der approximative Werth der Brechkraft, welcher aus der Gleichung

$$D = -\int_{x_1}^{x_2} \frac{\partial^2 \mu}{\partial y^2} dx$$

erhalten wird, und dessen unterschied vom exakten Werthe später ermittelt werden soll. Da für die Krümmungsradien die Gleichung

$$\frac{1}{\rho} = -\frac{\partial^2 \mu}{\partial y^2} : \frac{\partial \mu}{\partial x}$$

gilt, so ergeben sich die sechs Gleichungen

$$24(\mu_0 - \mu_1) = 12 m x_1^2 + 4 M x_1^3 + p_m x_1^4$$
$$24(\mu_0 - \mu_2) = 12 m x_2^2 + 4 M x_2^3 + p_m x_2^4$$
$$24(\mu_0 - \mu_3) = 12 n y_3^2 + p_n y_3^4$$
$$\frac{1}{\rho_1} = -\frac{3}{x_1} \cdot \frac{2n + 2N x_1 + p_0 x_1^2}{6m + 3 M x_1 + p_m x_1^2}$$
$$\frac{1}{\rho_2} = -\frac{3}{x_2} \cdot \frac{2n + 2N x_2 + p_0 x_2^2}{6m + 3 M x_2 + p_m x_2^2}$$
$$D = \frac{x_2 - x_1}{6} \{6n + 3N(x_2 + x_1) + p_0(x_2^2 + x_2 x_1 + x_1^2)\}.$$

Wird in diesen Gleichungen p_m als bekannte bzw. willkürlich zu wählende Grösse behandelt, so ergeben die beiden ersten für $\mu_1 = \mu_2$

$$m = 2(\mu_0 - \mu_1) \frac{x_1^2 + x_1 x_2 + x_2^2}{x_1^2 x_2^2} + \frac{p_m x_1 x_2}{12}$$
$$M = -6(\mu_0 - \mu_1) \frac{x_1 + x_2}{x_1^2 x_2^2} - \frac{p_m (x_1 + x_2)}{4}$$

und wenn dann die Bezeichnungen

$$A = -\frac{x_1}{3\rho_1}(6m + 3Mx_1 + p_m x_1^2)$$

$$B = -\frac{x_2}{3\rho_2}(6m + 3Mx_2 + p_m x_2^2)$$

$$C = \frac{2D}{x_2 - x_1}$$

eingeführt werden, so erhält man aus den drei letzten

$$n = \frac{Ax_2(2x_1 + x_2) + Bx_1(x_1 + 2x_2) - 6Cx_1x_2}{2(x_2 - x_1)^2}$$

$$N = \frac{3C(x_1 + x_2) - A(x_1 + 2x_2) - B(2x_1 + x_2)}{(x_2 - x_1)^2}$$

$$p_0 = \frac{3(A + B - 2C)}{(x_2 - x_1)^2}$$

und unter Anwendung des ermittelten Werthes von n aus der dritten

$$p_n = \frac{24(\mu_0 - \mu_3)}{y_3^4} - \frac{12n}{y_3^2}$$

wonach sämmtliche in der *Indicialgleichung* eingehenden Grössen bekannt sind.

Um nun zunächst die *axiale Abbildung* zu untersuchen wird die Coordinate des dem Linsencentrum conjugirten Krümmungsmittelpunktes einer Wellenfläche, welche im Punkte x die Achse schneidet, mit ξ bezeichnet, indem in den allgemeinen Differentialgleichungen

$$d\left(\frac{\mu}{s}\right) - \frac{\mu}{s_2}dx = -\frac{\partial^2\mu}{\partial y^2}dx \qquad d\left(\frac{\mu K}{s}\right) - \frac{\mu K}{s^2}dx = 0$$

die Bezeichnung

$$\xi - x = s$$

eingeführt wird, und denselben dann die Form

$$\mu d\xi = \left(s^2\frac{\partial^2\mu}{\partial y^2} + s\frac{\partial\mu}{\partial x}\right)dx \qquad \mu dK = sK\frac{\partial^2\mu}{\partial y^2}dx$$

gegeben wird. Durch viermalige successive Differentiation dieser Gleichungen erhält man, nachdem

$$\mu = \mu_0 \qquad K = 1 \qquad \xi = s = 0$$

gesetzt worden ist, und unter Anwendung der in der Indicialgleichung enthaltenen Bezeichnungen der Ableitungen von μ, die Differentialquotienten von ξ und K, mit welchen die Reihen

$$\xi = \frac{x^3}{3\mu_0}(m-n) + \frac{x^4}{8\mu_0}(M-2N) + \frac{x^5}{30\mu_0}\left[p_m - 3p_0 + \frac{1}{\mu_0}(m+4n)(m-n)\right]$$

$$K = 1 + \frac{x^2 n}{2\mu_0} + \frac{x^3 N}{3\mu_0} + \frac{x^4}{24\mu_0}\left[3p_0 + \frac{n}{\mu_0}(m+5n)\right]$$

entwickelt werden.

Wird in diesen Gleichungen einmal $x = x_1$, einmal $x = x_2$ gesetzt, so ergeben dieselben die Krümmungsmittelpunkte der in den beiden Linsenpolen belegenen Wellenflächen, wenn das Linsencentrum als leuchtender Punkt betrachtet wird, nebst den zugehörigen Vergrösserungscoefficienten, wenn der Vergrösserungscoefficient im Linsencentrum gleich der Einheit gesetzt wird. Werden die bezüglichen Werthe mit $\xi_1 \xi_2 K_1 K_2$ bezeichnet, und nennt man mit Matthiessen das von der Linsensubstanz repraesentirte optische System die *Kernlinse,* so sind, wenn dieselbe von einem Medium mit dem Brechungsindex μ_1 umgeben ist, $\xi_1 \xi_2$ die Coordinaten zweier dem ersten bzw. letzten Medium angehöriger konjugirter Punkte, und ist $\frac{K_2}{K_1}$ der zugehörige Vergrösserungscoefficient, wenn ersterer Punkt als Objektpunkt angesehen wird.

Was die Brechkraft der Kernlinse betrifft, so würde es für die Zwecke der physiologischen Optik vollkommen ausreichen, den oben benutzten approximativen Werth auch weiterhin anzuwenden. Die für genauere Untersuchung nöthige Correction erhält man aber sehr einfach auf folgende Weise. Wird die Brechkraft des vor bzw. hinter dem Linsencentrum belegenen Theiles der Kernlinse mit D_1 bzw. D_2 bezeichnet, so ergeben die Gleichungen

$$K_1 D_1 = -\int_{x_1}^{0} K^2 \frac{\partial^2 \mu}{\partial y^2} dx \qquad K_2 D_2 = -\int_{0}^{x_2} K^2 \frac{\partial^2 \mu}{\partial y^2} dx$$

für eine Reihenentwicklung im Punkte $x = 0$:

$$d(K_1 D_1) = K^2 \frac{\partial^2 \mu}{\partial y^2} dx \qquad d(K_2 D_2) = -K^2 \frac{\partial^2 \mu}{\partial y^2} dx.$$

Diese Gleichungen werden unter Anwendung der oben gewonnenen Ableitungen von K zweimal differentiert, wonach, da $K = 1$ und $dK = 0$, somit auch

$$dD = d(KD) \qquad d^2 D = d^2(KD) \qquad d^3 D = d^3(KD) - 3d^2 K dD$$

ist, die Reihen

$$D_1 = -x_1 n - \frac{x_1^2}{2} N - \frac{x_1^3}{6}\left(p_0 - \frac{n^2}{\mu_0}\right)$$

$$D_2 = x_2 n + \frac{x_2^2}{2} N + \frac{x_2^3}{6}\left(p_0 - \frac{n^2}{\mu_0}\right)$$

erhalten werden. Sind dann $D_k H H'$ die Brechkraft der Kernlinse bzw. die Abstände ihrer Hauptpunkte vom Linsencentrum, so erhält man

$$D_k = \frac{D_1}{K_2} + \frac{D_2}{K_1} \qquad H = \xi_1 + \frac{\mu_1(K_2 - K_1)}{K_2 D_k} \qquad H' = \xi_2 + \frac{\mu_1(K_2 - K_1)}{K_1 D_k}$$

aus den allgemeinen bei zusammensetzbarer Abbildung giltigen Gleichungen in der Form, die ich denselben a. a. O.[1] gegeben habe.

Da hierdurch die Kernlinse, was die Abbildung längs der Achse betrifft, bekannt ist, so bleibt es nur übrig, dieselbe mit den brechenden Flächen der Linse zu einem optischen System zu combiniren. Zu diesem Zwecke ist der sogenannte *totale Brechungsindex der Linse* in die physiogische Optik eingeführt worden. Man versteht hierunter den imaginären Brechungsindex einer Linse, welche, in einem Medium mit dem als identisch angenommenen Brechungsindex des Glaskörpers und Kammerwassers suspendirt, dieselben brechenden Flächen und dieselbe Brechkraft hat wie die Linse. Da schon in diesem Begriffe eine Annäherung liegt, indem die Hauptpunkte dieser imaginären Linse nicht mit den Hauptpunkten der reellen zusammenfallen, so ist es bei der Herleitung der Formel für den Totalindex und bei der Kleinheit des Werthes $x_1 + x_2$ in der menschlichen Linse unnöthig, auf die asymmetrische Lage des Linsencentrums Rücksicht zu nehmen, und aus derselben Ursache wird die Brechkraft der Linse als die Summe der Brechkräfte der Einzelsysteme angesehen. Unter dieser Bedingung hat man, wenn μ den Brechungsindex des Kammerwassers und Glaskörpers darstellt, und μ_t der Totalindex ist, für $\mu_2 = \mu_1$ die beiden Ausdrücke für die Brechkraft der Linse

$$(\mu_t - \mu)\left(\frac{1}{\rho_1} - \frac{1}{\rho_2}\right) = D + (\mu_1 - \mu)\left(\frac{1}{\rho_1} - \frac{1}{\rho_2}\right)$$

woraus

$$D = (\mu_t - \mu_1)\left(\frac{1}{\rho_1} - \frac{1}{\rho_2}\right)$$

resultirt, in welchem Ausdrucke für $x_2 = -x_1$ und folglich $M = 0$

$$\frac{1}{\rho_1} - \frac{1}{\rho_2} = \frac{6}{x_2}\frac{2n + p_0 x_2^2}{6m + p_m x_2^2} \qquad D = \frac{x_2}{3}(6n + p_0 x_2^2)$$

zu setzen ist, wobei sich unter Hinzuziehung der Indicialgleichung

$$\mu_t - \mu_1 = \frac{24(\mu_0 - \mu_1) + p_m x_2^4}{36} \cdot \frac{6n + p_0 x_2^2}{2n + p_0 x_2^2}$$

ergiebt. Würde hier $p_m = p_0 = 0$ gesetzt, wie es das von MATTHIESSEN angenommene Indicialgesetz fordert, so würde auch sein Gesetz des Totalindex

$$\mu_t - \mu_1 = 2(\mu_0 - \mu_1)$$

resultiren, welches in die Worten gefasst wurde, dass der Totalindex den Kernindex um ebensoviel übertrifft, wie dieser den Corticalindex, und welches somit nur eine Folge der Anwendung des approximativen Indicialgesetzes in einem Fall darstellt, wo die Approximation nicht zulässig ist. Die unglückliche Autorität dieses vermeintlichen Gesetzes hat zu einem scheinbar unlösbaren Widerspruch zwischen den refractometrischen Untersuchungsergebnissen und dem bekannten nach Extraktion der Linse eintretenden Refraktionsverluste geführt, indem der durch diesen Refraktions-

[1] Arch. f. Optik, I.

verlust und die Krümmungsradien der Linse thatsächlich bekannte Totalindex viel niedriger ist, als es, wenn MATTHIESSENS Formel richtig wäre, aus den gemessenen Brechungsindices hervorgehen müsste. Der Widerspruch wird, wie aus dem obenstenden ersichtlich ist, dadurch gelöst, dass die Indicialgleichung aus den Thatsachen ermittelt wird, nicht umgekehrt.

Ohne Verständniss der Abbildungsvorgänge in heterogenen Medien kann man durch die *aequivalente Kernlinse* eine exaktere Vorstellnng von dem Brechungsvorgang in der Linse erhalten, als es mit dem Totalindex möglich ist. Hierunter verstehe ich eine Linse, welche mit dem Brechungsindex μ_0 in einem Medium vom Index μ_1 dieselbe Brechkraft und dieselben Hauptpunkte hat, wie die reelle Kernlinse, und deren brechende Flächen Krümmungen haben, welche sich zu einander verhalten wie die Brechkräfte der beiden Hälften derselben. Man erhält die diese aequivalente Kernlinse bestimmenden Grössen auf folgende Weise. Setzt man

$$D_2 = kD_1 \qquad H' - H = \varepsilon$$

und wird die Brechkraft der vorderen Fläche der aequivalenten Kernlinse mit D bezeichnet, während d die Linsendicke ist, so gelten die beiden Gleichungen

$$D_k = D(1+k) - \frac{kdD^2}{\mu_0} \qquad d = \varepsilon + \frac{\mu_1 dD(1+k)}{\mu_0 D_k}$$

von welchen erstere die allgemeine Gleichung für die Brechkraft eines aus zwei Einzelsystemen bestehenden optischen Systems ist, letztere die Thatsache ausdrückt, dass die Linsendicke gleich der Summe des Hauptpunktsinterstitiums mit den Abständen der Hauptpunkte von den bezüglichen Flächen ist. Nach Elimination von d erhält man

$$D = \frac{D_k}{2\{\mu_1(1+k)^2 + k\varepsilon D_k\}}\left[(\mu_0+\mu_1)(1+k) \pm \sqrt{(\mu_0-\mu_1)^2(1+k)^2 - 4\mu_0 k\varepsilon D_k}\right]$$

welcher Werth, da sämmtliche unter dem Wurzelzeichen stehenden Grössen positiv sind, imaginär werden kann. In solchen Fällen ist die exakt aequivalente Kernlinse mathematisch unmöglich, wenn man nicht den Brechungsindex derselben grösser als μ_0 oder das Hauptpunktsinterstitium kleiner als ε macht. Die Gleichungen

$$r_1 = \frac{\mu_0 - \mu_1}{D} \qquad r_2 = -\frac{\mu_0 - \mu_1}{kD} \qquad d = \frac{\mu_0}{kD^2}\{D(1+k) - D_k\}$$

bestimmen die aequivalente Kernlinse, wenn $r_1 r_2$ den Krümmungsradius der vorderen bzw. hinteren Fläche bezeichnen.

Die Differentialgleichung für die *Aberration auf der Achse* kann auf folgende Weise geschrieben werden

$$\frac{d}{dx}\left(\frac{A}{\mu^3 K^4}\right) = \frac{s^4}{\mu^4 K^4}\left(A_1 + \frac{6B}{s} + \frac{3C}{s^2}\right)$$

wo

$$A_1 = p_n + \frac{6}{\mu}\left(n + Nx + \frac{p_0 x^2}{2}\right)^2$$

$$B = N + p_0 x + \frac{2x}{\mu}\left(n + Nx + \frac{p_0 x^2}{2}\right)\left(m + \frac{Mx}{2} + \frac{p_m x^2}{6}\right)$$

$$C = m - n + x(M - N) + \frac{x^2}{2}(p_m - p_0) + \frac{2x^2}{\mu}\left(m + \frac{Mx}{2} + \frac{p_m x^2}{6}\right)^2$$

ist, und kann da die Mittel zur Entwickelung von $\frac{1}{s}$ bzw. $\frac{\mu K}{s}$ in eine Reihe oben angegeben sind, mit beliebiger Genauigkeit auf gewöhnliche Weise zwischen den Grenzen x_1 und x_2 integrirt werden. In der menschlichen Linse ist aber sowohl $\frac{1}{s}$ wie das in A_1 enthaltene quadratische Glied hinreichend klein um die Vernachlässigung aller Glieder bis auf p_n zu berechtigen. Es ist nämlich zwar die Aberration des Auges in toto genau bekannt, und die der Hornhaut approximativ zu berechnen, aber die Form der Linsenflächen bleibt bis auf weiteres unbekannt, so dass eine genaue Berechnung der Aberration in der Kernlinse zur Zeit zwecklos wäre. Wenn ich somit für dieselbe den approximativen Werth

$$\Delta\frac{A}{\mu^3 K^4} = \frac{s^4}{\mu^4 K^4}(x_2 - x_1)\,p_n$$

anwende und im rechten Membrum die Werthe von $s\,\mu K$ einsetze, welche die Wellenfläche im Linsencentrum charakterisiren, so habe ich dadurch nur ausgesprochen, dass der in demselben nicht enthaltene Theil der Aberration bis auf weiteres für die physiologische Optik ohne Bedeutung ist. Sollten die Linsenflächen näher bekannt werden, so kann zu jeder Zeit die Integration mit beliebiger Genauigkeit ausgeführt werden.

Derselbe Mangel an festgestellten physiologisch-optischen Thatsachen macht bei der Untersuchung der *peripheren Abbildung* eine Approximation berechtigt, obwohl die Methode eine beliebige Genauigkeit gestattet. Der nächste Zweck einer solchen Untersuchung wäre einestheils die periphere Abbildung im Auge näher kennen zu lernen, wobei der Hauptstrahl durch den vorderen Linsenpol geht, anderentheils eine genauere Messung der Linsendicke im lebenden Auge zu ermöglichen, wobei der Hauptstrahl durch den hinteren Linsenpol geht. Im ersteren Falle braucht man aber eine genaue Kenntnis von der Form der hinteren, im letzteren von der der vorderen Linsenfläche. Ein ferner liegendes Ziel, die ophthalmometrische Erforschung der genauen Form der hinteren Linsenfläche, wobei die Hauptstrahlen weder durch den vorderen noch durch den hinteren Linsenpol gehen, würde jedenfalls ziemlich complicirte mathematische Mittel voraussetzen. Eher wird dann die Form der hinteren Linsenfläche sich durch andere Methoden der Untersuchung der Strahlenvereinigung auf peripheren Theilen der Netzhaut ergeben. Es wird somit bis auf weiteres genügen die approximativen expliciten Gleichungen für Trajectorien anzugeben, welche durch einen Linsenpol, beispielsweise den vorderen gehen.

Schreibt man die Differentialgleichung der Trajectorie

$$dy = -\operatorname{tg} u\, dx$$

wo u das in der geometrischen Optik gebräuchliche Vorzeichen hat, so kann man unter Anwendung der Gleichung

$$\frac{du}{dx} = -\frac{1}{\mu}\left(\operatorname{tg} u \frac{\partial \mu}{\partial x} + \frac{\partial \mu}{\partial y}\right)$$

welche sich unmittelbar aus der oben für Umdrehungssysteme entwickelten Trajectoriengleichung ergiebt, die Integralgleichung der Trajectorie in der Form einer Reihe erhalten, indem nach Belieben x oder y als unabhängige Variable behandelt wird. Für das dem Punkte $x_, y_,$ am nächsten liegende Stück der Trajectorie erhält man somit, wenn in diesem Punkte der Brechungsindex $\mu_,$ ist, und die Tangente der Trajectorie den Winkel $u_,$ mit der Umdrehungsachse bildet, die bezüglichen Gleichungen

$$y - y_, = -(x - x_,) \operatorname{tg} u_, + \frac{(x - x_,)^2}{2\mu_, \cos^2 u_,}\left(\operatorname{tg} u_, \frac{\partial \mu}{\partial x} + \frac{\partial \mu}{\partial y}\right) + \cdots$$

$$x - x_, = -(y - y_,) \cot u_, + \frac{(y - y_,)^2}{2\mu_, \sin^2 u_,}\left(\frac{\partial \mu}{\partial x} + \cot u_, \frac{\partial \mu}{\partial y}\right) + \cdots$$

in welchen

$$\frac{\partial \mu}{\partial x} = -x_,\left(m + \frac{M x_,}{2} + \frac{p_m x_,^2}{6}\right) - \frac{y_,^2}{2}(N + p_0 x_,)$$

$$\frac{\partial \mu}{\partial y} = -y_,\left(n + N x_, + \frac{p_0 x_,^2}{2} + \frac{p_n y_,^2}{6}\right)$$

zu setzen ist. Je nach der Genauigkeit, welche eine Untersuchung erfordert, wird man die Trajectorie in einer grösseren oder kleineren Anzahl von Theilen zerlegen, welche auf diese Weise behandelt werden, bzw. eine grössere oder kleinere Anzahl von Gliedern in den Reihen mitnehmen. Für die gegenwärtigen Bedürfnisse der physiologischen Optik wird es jedenfalls ausreichend sein, wenn die Glieder zweiter Ordnung mitgenommen werden — wobei die Neigungswinkel den bezüglichen Gleichungen

$$\operatorname{tg} u = \operatorname{tg} u_, - \frac{x - x_,}{\mu_, \cos^2 u_,}\left(\operatorname{tg} u_, \frac{\partial \mu}{\partial x} + \frac{\partial \mu}{\partial y}\right) \qquad \cot u = \cot u_, - \frac{y - y_,}{\mu_, \sin^2 u_,}\left(\frac{\partial \mu}{\partial x} + \cot u_, \frac{\partial \mu}{\partial y}\right)$$

am bequemsten in der Form

$$\frac{1}{2}(\operatorname{tg} u + \operatorname{tg} u_,) = -\frac{y - y_,}{x - x_,} \qquad \frac{1}{2}(\cot u + \cot u_,) = -\frac{x - x_,}{y - y_,}$$

zu entnehmen sind — und wenn die auf beiden Seiten der XY-Ebene gelegenen Theile der Trajectorie gesondert untersucht werden, dabei aber im ersten Stücke x, im zweiten y als unabhängige Variable behandelt wird. Ersetzt man dann die hintere Linsenfläche durch das osculirende Paraboloid, was bis auf weiteres zulässig erscheint, so erhält man den Schnittpunkt der Trajectorie mit derselben durch eine quadratische

Gleichung. Ist $y_{\prime\prime}\mu_{\prime\prime}$ die Ordinate des Schnittpunktes mit der XY-Ebene bzw. der Brechungsindex in demselben, und bezeichnen $x_{\prime\prime\prime}y_{\prime\prime\prime}$ die Coordinaten des Schnittpunktes mit der hinteren Linsenfläche, sowie $u_{\prime\prime}$ $u_{\prime\prime\prime}$ die bezüglichen Winkel, so hat man bei dieser approximativen Rechnung

$$y_{\prime\prime} = x_{\prime} \operatorname{tg} u_{\prime} - \frac{x_{\prime}^3 \sin u_{\prime}}{2\mu_{\prime} \cos^3 u_{\prime}} \left(m + \frac{M x_{\prime}}{2} + \frac{p_m x_{\prime}^2}{6}\right) \qquad \operatorname{tg} u_{\prime\prime} = -\operatorname{tg} u_{\prime} + \frac{2y_{\prime\prime}}{x_{\prime}}$$

$$x_{\prime\prime\prime} = x_2 + \frac{y^2_{\prime\prime\prime}}{2\rho_2} = -(y_{\prime\prime\prime} - y_{\prime\prime}) \cot u_{\prime\prime} - \frac{y_{\prime\prime}(y_{\prime\prime\prime} - y_{\prime\prime})^2}{2\mu_{\prime\prime} \sin^2 u_{\prime\prime}} \left[\frac{N y_{\prime\prime}}{2} + \cot u_{\prime\prime} \left(n + \frac{p_n y^2_{\prime\prime}}{6}\right)\right]$$

$$\cot u_{\prime\prime\prime} = -\cot u_{\prime\prime} - \frac{2 x_{\prime\prime\prime}}{y_{\prime\prime\prime} - y_{\prime\prime}}$$

wo $\mu_{\prime\prime}$ aus der allgemeinen Indicialgleichung erhalten wird. Die hierbei bewerkstelligte Approximation besteht also darin, dass an Stelle der gekrümmten Trajectorie zwei Parabelstücke angewendet werden, von denen das erste im vorderen Linsenpol eine Berührung zweiter Ordnung mit derselben hat, das zweite im Schnittpunkte des ersteren mit der XY-Ebene eine ebensolche Berührung mit der Trajectorie hat, welche in diesem Punkte das erste Parabelstück berührt.

Was die sagittale Abbildung betrifft, so hat man in den Schnittpunkten der Tangenten der Trajectorie mit der Umdrehungsachse die zum Linsenpol conjugirten Punkte und kennt man den Vergrösserungscoefficienten in denselben, welcher $\frac{\mu_{\prime} \sin u_{\prime}}{\mu_{\prime\prime} \sin u_{\prime\prime}}$ bzw. $\frac{\mu_{\prime} \sin u_{\prime}}{\mu_{\prime\prime\prime} \sin u_{\prime\prime\prime}}$ ist. Es erübrigt also nur, die Brechkraft zu bestimmen. Hierzu wird bei der erforderlichen Genauigkeit der Approximativwerth $\int O_{\prime\prime} d\varkappa$ ausreichend sein, in welchem, wie oben bewiesen wurde, $O_{\prime\prime} = -\frac{1}{y}\frac{\partial \mu}{\partial y}$ und somit

$$O_{\prime\prime} d\varkappa = \frac{1}{\cos u}\left(n + Nx + \frac{p_0 x^2}{2} + \frac{p_n y^2}{6}\right) dx$$

ist. Vom Punkte $x_{\prime}y_{\prime}$ ausgehend hat man hier

$$y = y_{\prime} - (x - x_{\prime}) \operatorname{tg} u_{\prime} \qquad \frac{1}{\cos u} = \frac{1}{\cos u_{\prime}} - \frac{(x - x_{\prime}) \sin u_{\prime}}{\mu_{\prime} \cos^2 u_{\prime}} \left(\operatorname{tg} u_{\prime} \frac{\partial \mu}{\partial x} + \frac{\partial \mu}{\partial y}\right)$$

zu setzen um unter Vernachlässigung unendlich kleiner Grössen höherer Ordnung als der zweiten den allgemeinen Ausdruck

$$\frac{O_{\prime\prime}}{\cos u} = \frac{1}{\cos u_{\prime}}\left\{n + Nx + \frac{p_0 x^2}{2} + \frac{p_n}{6}[y_{\prime} - (x - x_{\prime}) \operatorname{tg} u_{\prime}]^2 + \frac{n \operatorname{tg} u_{\prime}}{\mu_{\prime}}(x - x_{\prime})(m x_{\prime} \operatorname{tg} u_{\prime} + n y_{\prime})\right\}$$

zu erhalten. Wird die Integration einmal zwischen den Grenzen $x = x_{\prime}$ und $x = 0$, einmal zwischen $x = 0$ und $x = x_{\prime\prime\prime}$ ausgeführt, so erhält man die Brechkraft $D_{\prime}D_{\prime\prime}$ des vorderen bzw. hinteren Theiles

$$D_{\prime} = -\frac{x_{\prime}}{\cos u_{\prime}}\left\{n + \frac{N x_{\prime}}{2} + \frac{x_{\prime}^2}{18}\left(p_n \operatorname{tg}^2 u_{\prime} + 3\,p_0 + \frac{9\,m n \operatorname{tg}^2 u_{\prime}}{\mu_{\prime}}\right)\right\}$$

$$D_{\prime\prime} = \frac{x_{\prime\prime\prime}}{\cos u_{\prime\prime}}\left\{n + \frac{N x_{\prime\prime\prime}}{2} + \frac{x_{\prime\prime\prime}^2}{18}(p_n \operatorname{tg}^2 u_{\prime\prime} + 3\,p_0) - \frac{x_{\prime\prime\prime} y_{\prime\prime} \operatorname{tg} u_{\prime\prime}}{6}\left(p_n - \frac{3n^2}{\mu_{\prime\prime}}\right) + \frac{p_n y_{\prime\prime}^2}{6}\right\}$$

wonach die Gesammtbrechkraft der Kernlinse für die sagittale Abbildung aus der allgemeinen Summengleichung für die Brechkraft erhalten wird:

$$D = D_{\prime}\frac{\mu_{\prime\prime\prime} \sin u_{\prime\prime\prime}}{\mu_{\prime\prime} \sin u_{\prime\prime}} + D_{\prime\prime}\frac{\mu_{\prime} \sin u_{\prime}}{\mu_{\prime\prime} \sin u_{\prime\prime}}$$

Bei der tangentialen Abbildung ist

$$O_{\prime}\, d\varkappa = \frac{1}{\cos u}\left\{\frac{2}{\mu}\left(\sin u \frac{\partial \mu}{\partial x} + \cos u \frac{\partial \mu}{\partial y}\right)^2 - \sin^2 u \frac{\partial^2 \mu}{\partial x^2} - 2 \sin u \cos u \frac{\partial^2 \mu}{\partial x\, \partial y} - \cos^2 u \frac{\partial^2 \mu}{\partial y^2}\right\} dx$$

und man erhält unter Vernachlässigung unendlich kleiner Grössen höherer Ordnung als der zweiten zunächst allgemein

$$\frac{O_{\prime}}{\cos u} = \cos u\left\{m \operatorname{tg}^2 u + n + x(M \operatorname{tg}^2 u + N) + 2\,y \operatorname{tg} u\,(N + p_0 x) + \frac{x^2}{2}(p_m \operatorname{tg}^2 u + p_0)\right.$$
$$\left. + \frac{y^2}{2}(p_0 \operatorname{tg}^2 u + p_n) + \frac{2}{\mu}(m x \operatorname{tg} u + n y)^2\right\}$$

wo für den Ausgang vom Punkte $x_{\prime}\, y_{\prime}$

$$n \cos u = n \cos u_{\prime} - n \sin u_{\prime}\,(x - x_{\prime})\frac{du}{dx} \qquad \frac{du}{dx} = \frac{1}{\mu_{\prime}}(m x_{\prime} \operatorname{tg} u_{\prime} + n y_{\prime})$$

$$m \cos u \operatorname{tg}^2 u = m \cos u_{\prime} \operatorname{tg}^2 u_{\prime} + m\,(x - x_{\prime})\frac{2 \sin u_{\prime} - \sin^3 u_{\prime}}{\cos^2 u_{\prime}}\frac{du}{dx} \qquad y = y_{\prime} - (x - x_{\prime}) \operatorname{tg} u_{\prime}$$

zu setzen ist. Unter Anwendung der Bezeichnungen

$$a = y_{\prime} + x_{\prime} \operatorname{tg} u_{\prime} \qquad b = \frac{1}{\cos u_{\prime}}\left(m\frac{2 \sin u_{\prime} - \sin^3 u_{\prime}}{\cos^2 u_{\prime}} - n \sin u_{\prime}\right)\frac{du}{dx}$$

erhält man die Form

$$\cos u_{\prime}\left\{m \operatorname{tg}^2 u_{\prime} + n + x(M \operatorname{tg}^2 u_{\prime} + N) + 2 \operatorname{tg} u_{\prime}\,(a - x \operatorname{tg} u_{\prime})(N + p_0 x) + \frac{x^2}{2}(p_m \operatorname{tg}^2 u_{\prime} + p_0) + \right.$$
$$\left. + \frac{(a - x \operatorname{tg} u_{\prime})^2}{2}(p_0 \operatorname{tg}^2 u_{\prime} + p_n) + \frac{2}{\mu_{\prime}}[(m - n)\,x \operatorname{tg} u_{\prime} + n a]^2 + b\,(x - x_{\prime})\right\}$$

und findet durch Integration zwischen den angegebenen Grenzen, wenn

$$A = m \operatorname{tg}^2 u_{\prime} + n + 2\,a N \operatorname{tg} u_{\prime} + \frac{a^2}{2}\left(p_0 \operatorname{tg}^2 u_{\prime} + p_n + \frac{4 n^2}{\mu_{\prime}}\right) - b x_{\prime}$$

$$B = M \operatorname{tg}^2 u_{\prime} + N(1 - 2 \operatorname{tg}^2 u_{\prime}) + a \operatorname{tg} u_{\prime}\left\{p_0 (2 - \operatorname{tg}^2 u_{\prime}) - p_n + \frac{4\,n\,(m - n)}{\mu_{\prime}}\right\} + b$$

$$C = p_0 (1 - 4 \operatorname{tg}^2 u_{\prime} + \operatorname{tg}^4 u_{\prime}) + \operatorname{tg}^2 u_{\prime}\left(p_m + p_n + \frac{4(m - n)^2}{\mu_{\prime}}\right)$$

gesetzt wird, die Gleichung

$$D = x \cos u \left(A + \frac{Bx}{2} + \frac{Cx^2}{6}\right)$$

welche die Brechkraft $D' D''$ des ersten bzw. zweiten Theilsystems ergiebt, je nachdem $-D' x_{,}$ für Dx bzw. $D'' x_{,,,} x_{,,} y_{,,} u_{,,} \mu_{,,}$ für $D x x_{,} y_{,} u_{,} \mu_{,}$ gesetzt wird.

Die dem vorderen Linsenpol conjugirten Punkte und die Vergrösserungscoefficienten in denselben erhält man durch die Gleichungen

$$\mu d\xi = \left(-\tau^2 O_{,} + \frac{\tau}{\cos u}\frac{\partial \mu}{\partial x}\right) dx \qquad \mu dK = -\frac{\tau K O_{,}}{\cos u} dx$$

wo ξ die Abscisse des fraglichen Punktes darstellt, und welche auf dieselbe Weise aus den allgemeinen Differentialgleichungen gewonnen werden wie oben bei der Untersuchung der Umdrehungssysteme die entsprechenden für die sagittale Abbildung. Lässt man nun in der Gleichung für ξ unendlich kleine Grössen höherer Ordnung als der dritten, in der für K solche Grössen höherer Ordnung als der zweiten weg, und ist $\xi - x_{,}$ bzw. $K - 1$ gleich Null oder unendlich klein von wenigstens zweiter bzw. erster Ordnung, so hat man, da

$$\tau = \frac{\xi - x}{\cos u} \qquad O_{,} = \cos^2 u\,(m \operatorname{tg}^2 u + n) + \cdots \qquad \frac{\partial \mu}{\partial x} = -mx + \cdots$$

ist, die Gleichungen

$$\mu d\xi = \left[\frac{mx(x - x_{,})}{\cos^2 u} - (x - x_{,})^2 (m \operatorname{tg}^2 u + n)\right] dx \qquad \mu dK = (x - x_{,})(m \operatorname{tg}^2 u + n)\, dx$$

unter Behandlung von μ und u als Constanten zu integriren. Es ergiebt sich auf diese Weise für die beiden Theilsysteme bei $\xi_{,} = x_{,}$

$$\xi_{,,} - x_{,} = \frac{x_{,}^3}{6\mu_{,} \cos^2 u_{,}} \{m(1 + 2\sin^2 u_{,}) + 2n \cos^2 u_{,}\}$$

$$\xi_{,,,} - \xi_{,,} = \frac{m x_{,,,}^2}{6\mu_{,,} \cos^2 u_{,,}} (2x_{,,,} - 3x_{,}) - \frac{(x_{,,,} - x_{,})^3 + x_{,}^3}{3\mu_{,,}} (m \operatorname{tg}^2 u_{,,} + n)$$

$$K' = 1 + \frac{x_{,}^2}{2\mu_{,}} (m \operatorname{tg}^2 u_{,} + n) \qquad K'' = 1 + \frac{x_{,,,}}{2\mu_{,,}} (x_{,,,} - 2x_{,})(m \operatorname{tg}^2 u_{,,} + n)$$

wonach die Ordinate $\eta_{,,,}$ des in Bezug auf die volle Kernlinse dem vorderen Linsenpol mit Hinsicht zu der tangentialen Abbildung conjugirten Punktes durch die Gleichung der Trajectorientangente im Punkte $x_{,,,} y_{,,,}$ erhalten wird, und die tangentiale Brechkraft des Vollsystems bzw. der Vergrösserungscoefficient desselben in diesem Punkte die Werthe

$$D = \frac{D'}{K''} + K' D'' \qquad K = K' K''$$

erhalten.

Bei der tangentialen Abbildung hat man für die Brechung in den Linsenflächen den oben angegebenen Werth der Brechkraft einer zwei heterogene Medien trennenden Fläche zu benutzen. Derselbe ergiebt für den vorderen Linsenpol

$$\frac{\Delta\mu \cos i}{\rho \cos i \cos i'} + \frac{\sin^2 i'}{\cos i}\left(m x_1 + \frac{M x_1^2}{2}\right)$$

und, nach einer einfachen trigonometrischen Umformung, für den Punkt $x_{\prime\prime\prime} y_{\prime\prime\prime}$, in welchem die Normale den Winkel φ mit der Achse bildet,

$$\frac{\Delta\mu \cos i}{\rho \cos i \cos i'} + \frac{\operatorname{tg} i}{\cos i_{\prime}}\left\{(\sin\varphi + \sin u_{\prime\prime\prime} \cos i)\left(m x_{\prime\prime\prime} + \frac{M x_{\prime\prime\prime}^2}{2} + \frac{N y_{\prime\prime\prime}^2}{2} + \frac{p_0 x_{\prime\prime\prime} y_{\prime\prime\prime}^2}{6}\right) + \right.$$
$$\left. + (\cos\varphi + \cos u_{\prime\prime\prime} \cos i)\left(n y_{\prime\prime\prime} + N x_{\prime\prime\prime} y_{\prime\prime\prime} + \frac{p_0 x_{\prime\prime\prime}^2 y_{\prime\prime\prime}}{2} + \frac{p_n y_{\prime\prime\prime}^3}{6}\right)\right\}.$$

Wie ersichtlich, werden die Formeln der peripheren Abbildung ziemlich komplicirt, wenn Glieder höherer Ordnung als oben mitgenommen werden. Es wird sich deshalb, wenn einmal unsere Kenntnisse von der Form der Linsenflächen uns im Stand setzen werden, aus einer genaueren Rechnung als der obigen Nutzen zu ziehen, wohl empfehlen, diese grössere Genauigkeit dadurch zu gewinnen, dass die Trajectorie in eine grössere Zahl von Theilen zerlegt wird, wobei auf dieselbe Weise die verschiedenen Theilsysteme untersucht und schliesslich zu einem System combinirt werden — eine Methode, mit welcher die erreichbare Genauigkeit nur von dem für die Rechnung disponiblen Zeitaufwand begrenzt wird.

Aus der Weise, auf welche die zur Ermittelung der Indicialgleichung nothwendige Kenntnis der Brechkraft der Kernlinse gewonnen wurde — nämlich durch den Refraktionsverlust bei der Linsenextraktion — folgt, dass bisher nur von der nicht accommodirenden Linse die Rede gewesen ist. Die Abbildungsvorgänge der *accommodirenden Linse* werden auf dieselbe Weise untersucht, sobald die Indicialgleichung derselben bekannt ist, lassen sich aber etwas einfacher darstellen, weil die Linse bei der maximalen Accommodation, soweit bekannt, symmetrisch wird. Um für diesen Zustand die Indicialgleichung zu finden, muss man zunächst die entsprechende Veränderung der Linsendicke in Rechnung ziehen. Unter der oben gemachten Annahme, dass der Brechungsindex in den beiden Polen derselbe ist, erhält man den Aequatorradius der diesem Brechungsindex entsprechenden Isoindicialfläche aus dem entsprechenden Aequatorradius im nicht accommodirenden Auge mit hinreichender Genauigkeit durch die Bedingung, dass das von dieser Isoindicialfläche eingeschlossene Volumen bei der Accommodation unverändert bleiben soll, wenn die beiden Umdrehungskörper als Rotationsellipsoide betrachtet werden. Die hierdurch gemachte Approximation wirkt nämlich nur auf die Grösse p_n ein, welche nicht in den Gleichungen der Abbildung auf der Achse vorkommt. Aus den bekannten Brechungsindices erhält man auf diese Weise zwei Gleichungen. Eine dritte ergiebt die Brechkraft der Kernlinse, welche durch die bei der Accommodation eintretende Änderung der optischen Einstellung des Auges ermittelt wird, eine vierte der entsprechende Krümmungsradius der Linsenflächen. Endlich erhält man auf folgende Weise die letzte der zur voll-

ständigen Bestimmung der Indicialgleichung nöthigen Gleichungen. Die Form der Isoindicialflächen nähert sich bei abnehmendem Brechungsindex gegenüber dem des Kernes immer mehr der eines Umdrehungsellipsoides, dessen Achsen sich wie $\sqrt{n} : \sqrt{m}$ zu einander verhalten. Die nothwendige Bedingung, dass das Volumenelement im Linsencentrum bei der durch die Accommodation bewirkten Formveränderung unverändert bleibt, ist somit in der Gleichung $mn^2 = C_1$ enthalten, wo C_1 durch die für die nicht accommodirende Linse geltenden Werthe bekannt ist. Eben dasselbe gilt von der Constante in der Gleichung $y^2(x_2 - x_1) = C_2$, wo y den Aequatorradius der durch die Linsenpole gehenden Isoindicialfläche darstellt.

Wird x für x und $-x_1$ sowie ρ für ρ_1 und $-\rho_2$ gesetzt, so ergeben sich durch Krümmungsradien und Brechkraft die Gleichungen

$$\frac{1}{\rho} = \frac{3}{x}\,\frac{2n + p_0 x^2}{6m + p_m x^2} \qquad D = \frac{x}{3}(6n + p_0 x^2)$$

und somit

$$n^3 - \frac{n^2}{4x}\left[3D - \frac{8(\mu_0 - \mu_1)}{\rho}\right] - \frac{C_1 x}{2\rho} = 0$$

$$m = \frac{C_1}{n^2} \qquad p_0 = \frac{3D - 6nx}{x^3}$$

$$p_m = \frac{24(\mu_0 - \mu_1) - 12mx^2}{x^4} \qquad p_n = \frac{24(\mu_0 - \mu_3) - 12ny^2}{y^4}$$

wodurch die Constanten der Indicialgleichung bestimmt sind.

Der Totalindex ist, wie hieraus hervorgeht, weder unveränderlich bei der Accommodation noch einer a priori zu postulirenden Veränderung unterworfen, sondern ergiebt sich einfach aus den beobachteten Thatsachen. So unglücklich ist indessen die Fiction eines Totalindex in ihren Folgen geworden, dass es sogar Niemandem eingefallen zu sein scheint,[1] dass derselbe nicht bei der Accommodation unverändert bliebe, als wenn es sich um die Formveränderung einer reellen Linse mit diesem Index handelte. Hierdurch sind scheinbar unerklärliche Widersprüche entstanden, indem die bei der Accommodation beobachteten Veränderungen einen viel höheren Totalindex angeben als mit dem Refraktionsverluste bei der Entfernung der Linse aus dem Auge vereinbar ist. Dass dagegen für gewisse angenommene Specialfälle die Veränderung des Totalindex bei der Accommodation a priori bekannt ist, ergiebt sich auf folgende Weise. Unter der Annahme, dass das Linsencentrum symmetrisch zu den Linsenpolen belegen ist, gilt, wie oben bewiesen wurde, die Gleichung

$$\mu_t - \mu_1 = \frac{24(\mu_0 - \mu_1) + p_m x^4}{36} \cdot \frac{6n + p_0 x^2}{2n + p_0 x^2}$$

welche sich, wenn

$$\xi = \frac{n}{x^2}$$

gesetzt wird, unter Anwendung der Beziehungen

[1] Eine von HEINE gemachte Annahme bezieht sich auf die Ansammlung einer Flüssigkeit zwischen Linsenkapsel und Linsensubstanz, gehört somit nicht im diese Categorie.

$$mn^2 = C \qquad 24(\mu_0 - \mu_1) = 12mx^2 + p_m x_4$$

auf die Form

$$\mu_t - \mu_1 = \frac{1}{3}\left\{4(\mu_0 - \mu_1) - \frac{C}{n\varepsilon}\right\}\frac{6\varepsilon + p_0}{2\varepsilon + p_0}$$

bringen lässt. Dieselbe zeigt zunächst, dass ein isolirtes Zunehmen von p_0 eine Abnahme des Totalindex zur Folge hat. Nun wird aber in der in der Litteratur der physiologischen Optik unter dem Namen der TSCHERNING'schen Accommodationstheorie bekannten Hypothese angenommen, dass die Accommodation ohne Veränderung der Linsendicke zustande komme, und zwar ist diese Hypothese in der ursprünglichen Form unvereinbar mit einer bei der Accommodation eintretenden Dickenzunahme der Linse. Bleibt aber die Linsendicke bei der accommodativen Formveränderung unverändert, so kann bei derselben keine Änderung in der für die Achse geltenden Indicialgleichung eintreten, da keine Verschiebung der auf der Achse liegenden Theilchen stattfindet. Da somit m und folglich auch n und ε unverändert bleiben, so muss bei zunehmender Krümmung der Linsenflächen p_0 wachsen und der Totalindex somit abnehmen. Da nun dieses Verhalten bei der Mitnahme von Gliedern höherer Ordnung wohl durch negative Glieder compensirt werden könnte, wenn dieselben im Verhältnis zu denen zweiter und vierter Ordnung sehr gross wären, aus dem einstimmigen Resultate aller bisherigen Indexmessungen aber hervorgeht, dass solche Glieder von negativem Werthe nicht vorhanden sein können, *so ist eine Accommodation bei unveränderter Linsendicke nach Tschernings Hypothese mathematisch unmöglich, wofern nicht der Totalindex der Linse bei der accommodativen Einstellung des Auges für die Nähe abnimmt.*

Da eine Dickenzunahme der Linse bei der Accommodation wiederholentlich von den competentesten Forschern constatirt worden ist — weshalb auch TSCHERNING[1] neulich den Versuch gemacht hat, seine Hypothese entsprechend zu modificiren — und da eine eingehende Diskussion der obenstehenden Formel überflüssig erscheint, so mag es genügend sein, darauf hinzuweisen, dass, sobald p_0 nicht negativ ist, sowohl $\frac{\partial \mu_t}{\partial n}$ wie $\frac{\partial \mu_t}{\partial \varepsilon}$ positiv sind, da nämlich sowohl Zähler als Nenner des Bruches positiv sein müssen, wie aus den Gleichungen der Brechkraft und der Krümmung der Linsenflächen hervorgeht. Dies ist insofern von Bedeutung, als aus anatomischen und physiologischen Thatsachen a priori vermuthet werden konnte, dass bei der Dickenzunahme der Linse nicht nur n sondern auch ε wachsen müssen. Es lehrt nämlich die im Verhältnis zu den wahrnehmbaren Veränderungen im Linsencentrum auffallend ausgiebige Abnahme des Accommodationsvermögens schon in der Jugend, dass bei der Formveränderung der jugendlichen Linse die Verschiebung der Theilchen im Linsencentrum im Verhältnis zur Verschiebung an anderen Stellen der Achse sehr gross sein muss und es kann, wie weiter unten gezeigt werden soll, derselbe Schluss direkt aus dem anatomischen Bau der Linse gezogen werden. Aus demselben folgt, dass der axiale Durchmesser der dem Linsencentrum am nächsten liegenden Isoin-

[1] Encyclopédie française d'ophthalmologie, T III, Paris 1904, S. 278 ff.

dicialflächen bei der Dickenzunahme der Linse unverhältnissmässig viel zunehmen muss, was wiederum eine so bedeutende Abnahme von mx^2 und Zunahme von $n\varepsilon$ voraussetzt, dass nicht nur n, sondern auch ε bei der Dickenzunahme der Linse wachsen muss. Irgend welche Beweiskraft hat natürlich eine solche Schätzung in keiner Weise, da die Veränderung des Totalindex bei der Accommodation, wie oben betont wurde, durch Beobachtungen direkt ermittelt wird. Es ist aber für die Dioptrik der Linse nicht ohne Interesse, dass die mathematischen Deduktionen die Übereinstimmung dieser Schätzung mit der Beobachtung illustriren können.

Wären die Linsentheilchen frei verschieblich, so würde die Veränderung der Form einer Isoindicialfläche ohne Veränderung des von derselben eingeschlossenen Volumens mit einer beliebigen Veränderung des Flächeninhaltes derselben verbunden sein können. Nun bedingt aber die anatomische Struktur der Linse eine beschränkte Beweglichkeit der Theilchen und die minimale Grösse der wirkenden Kräfte machen auch eine Veränderung des Index der einzelnen Theilchen undenkbar, woraus folgt, dass eine beträchtliche Formveränderung der Isoindicialflächen mit einer Faltenbildung an denselben bzw. mit einer Veränderung vorhandener Fältchen einhergehen muss. Die entsprechende Veränderung der um einen leuchtenden Punkt sichtbaren Strahlen bei der Accommodation habe ich früher physiologisch constatirt.

Da als Resultat neuerer Untersuchungen über die Brechungsindices in der menschlichen Linse sich ergeben hat, dass eine accommodirende Linse nach der Annahme von Matthiessen gebaut sein könnte, so dürfte es hier am Platze sein, die Bedingungen zu erörtern, unter welchen es mathematisch möglich wäre, dass dasselbe für die nicht accommodirende Linse gälte. Da sämmtliche Differentialquotienten höherer Ordnung als der zweiten in einer solchen Linse gleich Null sein müssen, so ist die erste Bedingung die, dass auch die nicht accommodirende Linse symmetrisch wäre. Die zweite ergiebt sich aus der Forderung, dass nicht nur mn^2 sondern auch mx^2 bei der accommodativen Veränderung constant sein müssen, was, da die Brechkraft der Kernlinse gleich $2nx$ ist, und der Totalindex bei der Accommodation unverändert bleibt, die Brechkraft der ganzen Linse somit in einem constanten Verhältnis zur Brechkraft der Kernlinse stehen muss, damit gleichbedeutend ist, dass die Brechkraft der Linse sich wie das Quadrat der Dicke verhält. Eine Dickenzunahme von diesem Betrage ist aber auf Grund physiologischer Messungen bestimmt ausgeschlossen. Wäre dies nicht der Fall, so würde die Indicialgleichung der accommodirenden Linse vom zweiten die der nicht accommodirenden vom dritten Grad sein können. Mit der wirklich vorhandenen Dickenveränderung ist sogar die Annahme der Indicialgleichung zweiten Grades für das accommodirende Auge, wie sogleich gezeigt werden soll, deshalb unmöglich, weil bei der Accommodationsruhe in solchem Falle ein unmöglicher Werth von p_m resultirt.

Indem ich nun dazu übergehe, die *Zahlenwerthe einer schematischen Linse* anzugeben, beschränke ich mich, da eine ausführliche physiologische Begründung der zugrunde gelegten Werthe hier nicht am Platze sein dürfte, in dieser Hinsicht auf einige Andeutungen.

Was die Radien der Linsenflächen und die Dicke der Linse betrifft, so ist seit der letzten Angabe von v. HELMHOLTZ nichts Sicheres bewiesen, was eine Änderung berechtigen könnte, womit auch meine eigene ophthalmometrische Untersuchungen übereinstimmen. Es werden deshalb seine Werthe angewendet. Dasselbe gilt von der Dickenzunahme bei der Accommodation, welche ich selbst sicher — und zwar in annähernd demselben Grade habe constatiren können. Die Brechungsindices sind schematische Werthe welche aus dem augenblicklich besten Materiale — nämlich FREYTAGS[1] — unter Ausschluss der älteren Augen und ohne Berücksichtigung der unbedeutenden, meiner Meinung nach nicht mit voller Sicherheit constatirten, Differenz zwischen vorderem und hinterem Linsenpol gewonnen sind, wobei der Werth von y_3 geschätzt worden ist. Da keine bestimmte Angaben vorliegen, auf welche sich eine exakte Berechnung desselben stützen könnte, so ist eben die Schätzung der einzige Weg. Es ist aber zu berücksichtigen, dass nur der Werth von p_n durch y_3 beeinflusst wird. Eine ebensolche Schätzung liegt der Annahme der symmetrischen Lage des Linsencentrums im nicht accommodirenden Auge zu Grunde. Es ist zwar bekannt, dass nach eingetretener Kernsclerosirung der Kern gewöhnlich näher der vorderen als der hinteren Linsenfläche gefunden wird, und die ausgiebigere Veränderung der vorderen als der hinteren Linsenfläche bei der Accommodation macht es wahrscheinlich, dass in der nicht accommodirenden Linse der Punkt mit grösstem Brechungsindex etwas näher der vorderen als der hinteren Linsenfläche liegt, aber die genaue Lage ist vollkommen unbekannt. Da der Unterschied sehr klein sein muss, so hätte derselbe ohne Nachtheil vernachlässigt werden können, wobei die Rechnung einfacher würde. Der Vollständigkeit halber habe ich aber diesen Unterschied berücksichtigt, indem ich die accommodative Verdickung des hinter dem Linsencentrum belegenen Theils zu $^1/_3$ derjenigen des vor demselben belegenen veranschlagt habe. Die Brechkraft der Kernlinse habe ich aus dem bekannten Refraktionsverluste bei Linsenentfernung gewonnen, indem ich im Hornhautsystem auch die Brechung in der hinteren Fläche in Rechnung gezogen habe, wobei die Hornhautdicke nach den Angaben von BLIX,[2] die ich nach eigenen Untersuchungen mit anderer Methode bestätigen kann, der Radius der hinteren Fläche aber, welcher früher nicht mit einwandfreier Methode gemessen wurde, durch eigene Untersuchungen bestimmt worden ist. Die Brechkraft der Kernlinse des accommodirenden Auges sowie die Krümmungsradien der Linsenflächen desselben enstammen eigenen ophthalmometrischen Untersuchungen. Die Radien weichen von den von v. HELMHOLZ angenommenen wenig ab.

Die nach diesen Principien der Rechnung zu Grunde gelegten Werthe sind für die nicht accommodirende Linse:

[1] GUSTAV FREYTAG, Vergleichende Untersuchungen über die Brechungsindices der Linse und der flüssigen Augenmedien des Menschen und höherer Thiere. Wiesbaden 1907.

[2] MAGNUS BLIX, Oftalmometriska studier. Upsala Läkareförenings Förhandlingar, XV, S. 349, 1880.

$\mu_0 = 1{,}406$ $\quad \mu_1 = \mu_2 = 1{,}386$ $\quad \mu_3 = 1{,}376$

$x_1 = -1{,}7$ $\quad x_2 = +1{,}9$ $\quad y_3 = \pm 4{,}2$

$\rho_1 = 10$ $\quad \rho_2 = -6$ $\quad D = 0{,}006$

wo der Millimeter die Längeneinheit ist, und somit die Brechkraft, deren Einheit die Dioptrie ist, wenn die Länge in Metern gemessen wird, durch eine Einheit gemessen wird, welche dem tausendfachen der Dioptrie gleich kommt. Da, wie oben gezeigt wurde, p_m frei gewählt werden kann, habe ich in den S. 34 ff. angebenen Gleichungen die diese Grösse enthaltenden Glieder ausgesondert, wonach mir dieselben folgende Werthe für die *Coefficienten der Indicialgleichung* ergeben haben.

$$m = 0{,}012537 - 0{,}269166 \ldots p_m$$
$$n = 0{,}0010475 - 0{,}034394\, p_m$$
$$M = -0{,}0023004 - 0{,}05\, p_m$$
$$N = 0{,}0001470 + 0{,}0068425\, p_m$$
$$p_0 = 0{,}0011150 + 0{,}061853\, p_m$$
$$p_n = 0{,}0016012 + 0{,}023397\, p_m .$$

Wie aus denselben ersichtlich ist, sind die übrigen zwei Differentialquotienten vierter Ordnung positiv, wenn $p_m = 0$ ist. Da nun die Ergebnisse der bisherigen Indexmessungen besagen, dass die sogenannte *Indicialkurve*, welche entsteht, wenn die Abstände vom Linsencentrum als Abscissen, die Indices als Ordinaten eingetragen werden, entweder einer parabolisch oder einer elliptisch gekrümmten Linie sich anschmiegt, was damit gleichbedeutend ist, dass die Differentialquotienten vierter Ordnung entweder gleich Null oder positiv sein müssen, so dürfte sich die Berechnung der schematischen Linse diesem Ergebnisse nicht besser anpassen können als, wenn $p_m = 0$ gesetzt wird. Bis die Form der Linsenflächen näher bekannt sein wird, so dass die Abflachungswerthe in den Linsenpolen in der Berechnung der Aberration angewendet werden können, nehme ich deshalb für die schematische Linse $p_m = 0$ an. Werden wir aber einmal dahin gelangen, so wird sich aus der totalen Aberration des Auges der Werth von p_n berechnen können, so dass sämmtliche Coefficienten der Indicialgleichung aus den Ergebnissen physiologischer Untersuchungen erhalten werden.

Ich habe nun zunächst einige Coordinatenpaare für die den Indices 1,386 bzw. 1,404 entsprechenden Isoindicialflächen ausrechnen lassen um die Form der Isoindicialflächen ad oculos demonstriren zu können und zwar theils für $p_m = 0$ theils auch für $p_m = -0{,}012$. Die Indicialgleichung lässt sich nämlich bei freier Wahl von x in Bezug auf y als eine quadratische Gleichung behandeln. Ich habe dieselbe in aufgelöster Form nebst den einzusetzenden Werthen einem hiesigen Studenten der Physik und Mathematik übergeben um die Zifferrechnungen auszuführen, habe aber hinreichende Controlrechnungen selbst angestellt um die Verantwortlichkeit für die Richtigkeit der Daten übernehmen zu können. Die Parallelwerthe für $p_m = -0{,}012$ habe ich darum ermittelt, um zeigen zu können, dass der Einfluss einer solchen Änderung von p_m eine relativ sehr geringe Bedeutung hat. Wie ersichtlich, bleiben dabei die übrigen Differentialquotienten vierter Ordnung positiv und erleiden eine relativ geringe Ver-

änderung, obwohl der angewendete Werthe von p_m ungefähr das zehnfache derselben beträgt und dazu noch von entgegengesetztem Vorzeichen ist. Die betreffenden Coordinatenpaare sind

$\mu = 1{,}386$			$\mu = 1{,}404$		
x	$p_m = 0$ ($\pm y$)	$p_m = -0{,}012$ ($\pm y$)	x	$p_m = 0$ ($\pm y$)	$p_m = -0{,}012$ ($\pm y$)
— 1,5	1,8808	1,8632	— 0,5	0,79630	0,18263
— 1,2	2,7520	2,7124	— 0,4	1,2270	0,96372
— 0,9	3,2374	3,1892	— 0,3	1,4403	1,2528
— 0,6	3,5270	3,4778	— 0,2	1,5887	1,4149
— 0,3	3,6795	3,6341	— 0,1	1,6582	1,5004
0	3,7180	3,6814	0	1,6766	1,5265
+ 0,3	3,6534	3,6270	+ 0,1	1,6480	1,4981
+ 0,6	3,4842	3,4727	+ 0,2	1,5699	1,4118
+ 0,9	3,2001	3,1983	+ 0,3	1,4340	1,2527
+ 1,2	2,7771	2,7859	+ 0,4	1,2166	0,97822
+ 1,5	2,1557	2,1682	+ 0,5	0,84710	0,34213
+ 1,8	1,0937	1,0986			

und wurden zur Construction der in beistehenden Figg. 1 und 2 in verkleinertem Masstabe reproducirten Curven verwendet. Der geringe Effekt bei der beträchtlichen Variation von p_m wird erst recht deutlich, wenn man sich erinnert, dass die innere Curve einen Indexunterschied gegenüber dem Linsencentrum repraesentirt, welcher nur zwei Einheiten der dritten Decimale beträgt.

Fig. 1.
Schematische Linse.
$p_m = 0$

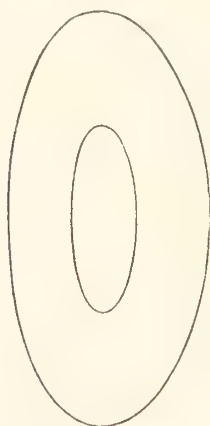
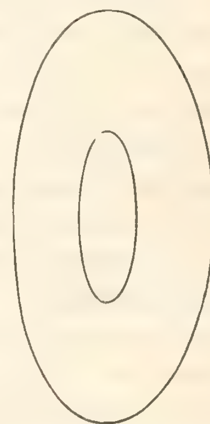


Fig. 2.
Zum Vergleich mit der schematischen Linse.
$p_m = -0{,}012$



In der schematischen Linse haben mir die oben S. 36 hergeleiteten Formeln für die Brechkraft und die Coordinaten der dem Linsencentrum in Bezug auf die axiale Abbildung conjugirten Punkte sowie für die Vergrösserungscoefficienten in denselben die Werthe

$$D_1 = 0{,}0025274 \qquad D_2 = 0{,}0034709$$
$$\xi_1 = -0{,}014180 \qquad K_1 = 1{,}0017741 \qquad \xi_2 = 0{,}013869 \qquad K_2 = 1{,}0028281$$

ergeben, aus welchen für die Örter der Hauptpunkte der Kernlinse und das exakte Mass der Brechkraft derselben

$$D_k = 0{,}005985 \qquad H = 22921, \qquad H' = 0{,}25752$$

resultirt. Wie ersichtlich, ist der Unterschied des exakten Betrages der Brechkraft von der mit der approximativen Formel erhaltenen 0,006 hinreichend gering um in der Dioptrik des Auges vernachlässigt werden zu können, wie es auch oben bei der Berechnung der Brechkraft für die periphere Abbildung geschah.

Der durch die oben angegebene Formel erhaltene approximative Werth des Totalindex ist 1,4084. Den exakten Werth erhält man nach der Combination der Kernlinse mit den beiden Linsenflächen zu einem optischen System. Derselbe beträgt, wenn der Brechungsindex von Kammerwasser und Glaskörper 1,336 ist:

$$\mu_t = 1{,}4085$$

und stimmt bis auf die fünfte Decimale mit dem Werthe, den die approximative Formel ergiebt, wenn in derselben der approximative Werth der Brechkraft 0,006 angewendet wird.

Die Formeln für die aequivalente Kernlinse ergaben mir

$$r_1 = 7{,}9108 \qquad r_2 = -5{,}7605 \qquad d = 2{,}4187$$

und ihre Hauptpunkte fallen mit den Hauptpunkten der reellen Kernlinse zusammen, wenn der Abstand ihrer vorderen Fläche vom vorderen Linsenpol 0,5460 ist.

Da in dem schematischen Auge, das dieser schematischen Linse entspricht, der Krümmungsradius der Wellenfläche auch noch beim Austritt des Lichtes aus der Kernlinse den ungefähren Werth von 20 mm hat, so lehrt ein Blick auf die Werthe der Coefficienten in der Indicialgleichung das berechtigte in meiner obenstehenden Behauptung, dass in dem Werthe der Aberration sämmtliche übrigen Glieder gegenüber dem p_n enthaltenden vernachlässigt werden können, so lange unsere mangelhaften Kenntnisse von der Form der Linsenflächen eine genaue Berechnung der Aberration unmöglich machen. Auf jeden Fall ist es aber ersichtlich, *dass die Kernlinse die Aberration des durchgehenden Strahlenbündels in der positiven Richtung verändert*, was auch in der der extremen Annahme $p_m = -0{,}012$ entsprechenden Linse der Fall wäre. Dies ist von um so grösserer Bedeutung, als ich früher[1] bewiesen habe, dass die im normalen Auge innerhalb der optischen Zone vorhandene positive Aberration grösser ist, als die im schematischen Auge von v. HELMHOLTZ entstehende, wenn man in diesem den Linsenflächen eine solche Form giebt, dass das in denselben einfallende Strahlenbündel, wenn vor der Brechung frei von Aberration, auch nach derselben aberrationslos ist, womit schon der physiologische Beweis erbracht war, dass die

[1] a. a. O. Allg. Theorie etc.

Schichtung der Linse keine Bedeutung für die Schärfe des centralen Sehens haben kann — eine physiologische Erfahrungsthatsache, welche hier ihre physikalische Erklärung findet.

Ausser der vermeintlichen Rolle für die Schärfe des centralen Sehens hat man seit den oben citerten Untersuchungen von HERMANN und MATTHIESSEN der Schichtung der Linse auch eine besondere Bedeutung für das periphere Sehen zugeschrieben, indem der Astigmatismus beim schiefen Durchgang wesentlich geringer sein sollte, als wenn die Linse homogen wäre. Um diese Ansicht zu prüfen, mag die Abbildung längs einem unter den Winkel von $u = -25°$ in den vorderen Linsenpol einfallenden Strahle untersucht werden. Nach der Brechung in der vorderen Linsenfläche hat dieser Strahl die Neigung

$$u_{I} = -24° 2' 25''$$

und man erhält mit den oben hergeleiteten Formeln der Trajectorie

$$y_{II} = 0{,}74471 \qquad u_{II} = -23° 16' 16''$$

$$x_{III} = 1{,}7169 \qquad y_{III} = 1{,}4822 \qquad u_{III} = -23° 13' 14''.$$

In der Parabel erhält man durch die Formel $y_{III} = \rho_2 \operatorname{tg} \varphi$ den Winkel, den die Normale im Punkte $x_{III} y_{III}$ mit der Achse bildet:

$$\varphi = -13° 52' 34''$$

wonach der Brechungsindex $\mu_{III} = 1{,}385963$ aus der Indicialgleichung erhalten wird, und durch bekannte Formeln für den aus der Linse austretenden Strahl der Neigungswinkel und der Schnittpunkt mit der Achse

$$u' = -23° 34' 24'' \qquad \xi_s = -1{,}6800$$

gefunden werden. Dieser Punkt ist somit in Bezug auf die sagittale Abbildung dem vorderen Linsenpol conjugirt, und der Vergrösserungscoefficient ist in demselben gleich $\frac{\sin u}{\sin u'}$, welcher Werth mit K_s bezeichnet werden mag.

Für die sagittale Brechkraft der beiden Theile der Kernlinse ergeben die Formeln

$$D_{I} = 0{,}0028684 \qquad D_{II} = 0{,}0038052.$$

Diejenige der beiden Linsenflächen erhält man aus dem allgemeinen Ausdrucke $\frac{\Delta\mu \cos i}{\rho}$, wo i den Incidenz- bzw. Refraktionswinkel, ρ den sagittalen Krümmungshalbmesser der brechenden Fläche bedeutet, nachdem man, was die hintere Linsenfläche betrifft, diesen Krümmungsradius aus der Gleichung $y_{III} = \rho \sin \varphi$ ermittelt hat. Es ergiebt sich somit für die sagittale Brechkraft der vorderen bzw. hinteren Linsenfläche

$$0{,}0054937 \qquad \text{bzw} \qquad 0{,}008197.$$

Die sagittale Brechkraft der gesammten Linse erhält man aus der allgemeinen Summenformel für Umdrehungssysteme

$$D_s = \mu\mu' \sin u \sin u' \sum \frac{D}{\mu\mu' \sin u \sin u'}$$

wo die unter dem Summenzeichen stehenden Werthe μu bzw. $\mu' u'$ Brechungsindex und Neigungswinkel vor dem Eintritt in bzw. nach dem Austritt aus dem betreffenden Partialsystem bezeichnen und die vor dem Summenzeichen stehenden Grössen dieselbe Bedeutung für das Vollsystem haben. Es ergiebt sich

$$D_s = 0{,}020210$$

womit die sagittale Abbildung bekannt ist.

Für die tangentiale Abbildung ergeben die oben hergeleiteten Formeln

$$K' = 1{,}0036929 \qquad K'' = 1{,}010520$$
$$D_2 = 0{,}0077934 \qquad D_3 = 0{,}0063761$$
$$\xi_{'''} = -1{,}6966$$

wo $D_2\, D_3$ für $D'\, D''$ gesetzt wurde. Die Brechkraft der vorderen bzw. hinteren Linsenfläche erhält man aus den S. 44 angegebenen Formeln, wo im Punkte $x_{'''}\, y_{'''}$ der Werth von ρ aus der Gleichung $\rho \cos^3 \varphi = \rho_2$ erhalten wird:

$$D_1 = 0{,}0021258 \qquad D_4 = 0{,}0073456$$

Unter Anwendung des Abstandes des Punktes $\xi_{'''}$ vom Punkte $x_{'''}\, y_{'''}$ in den bekannten Formeln für die tangentiale Abbildung erhält man die Coordinaten $\xi_{'}\, \eta_{'}$ des in Bezug auf die tangentiale Abbildung im Vollsystem dem vorderen Linsenpole conjugirten Punktes sowie den der hinteren Linsenfläche entsprechenden Vergrösserungscoefficienten $\varkappa$. Lässt man nun allgemein K_n den Vergrösserungscoefficienten bei der Abbildung des nämlichen Linsenpoles durch die n ersten Theilsysteme vorstellen, so ist

$$K_1 = \frac{\cos u_{'}}{\cos u} \qquad K_2 = K' K_1 \qquad K_3 = K'' K_2 \qquad K_t = K_4 = \varkappa K_3$$

und es ergiebt sich unter Anwendung der Summenformel

$$D_t = \frac{1}{K_t} \sum K_n K_{n-1} D_n$$

als Endresultat

$$\xi_t = -1{,}6237 \qquad \eta_t = 0{,}02457$$
$$D_t = 0{,}023519 \qquad K_t = 1{,}04145.$$

Die auf diese Weise erhaltenen, die periphere Abbildung bestimmenden Werthe stelle ich hier denjenigen gegenüber, welche ich unter der Voraussetzung ausgerechnet habe, dass die Linse mit identisch denselben Flächen homogen wäre und den oben angegebenen Totalindex besässe, und gebe dabei die Brechkraft in Dioptrien, die Coordinaten in mm an.

	Geschichtete Linse.	Homogene Linse.
$u' =$	$-23° 34' 24''$	$-24° 9' 41''$
$\xi_s =$	$-1{,}6800$	$-1{,}6161$
$K_s =$	$1{,}0567$	$1{,}0325$
$D_s =$	$20{,}21$	$19{,}61$
$\xi_t =$	$-1{,}6237$	$-1{,}6017$
$\eta_t =$	$0{,}0246$	$0{,}0642$
$K_t =$	$1{,}0414$	$1{,}0410$
$D_t =$	$23{,}52$	$20{,}98$
$D_t - D_s =$	$3{,}31$	$1{,}37$

Das auffallende Ergebnis ist somit, dass die geschichtete Linse einen bedeutend grösseren Astigmatismus aufweist als die homogene. Der grelle Contrast dieses Resultates mit der auf frühere Untersuchungen basirten allgemeinen Vorstellung, dass das gegentheilige stattfände, dürfte wohl theils dadurch erklärt werden, dass HERMANN und MATTHIESSEN falsche Differentialgleichungen für die tangentiale Schnittweite angewendet haben, beruht aber zum Theil auf dem niedrigen Totalindex und der geringen Brechkraft der Kernlinse. Denn, wenn nur die Glieder erster Ordnung mitgenommen werden, und die Differentialgleichung der Brechkraft längs der ganzen Strecke der Trajectorie integrirt wird, so ist das Verhältniss der tangentialen zur sagittalen Brechkraft gleich

$$\frac{m \sin^2 u + n \cos^2 u}{n}$$

aus welchem — obwohl sehr rohen — Approximativwerthe hervorgeht, dass bei zunehmendem Werthe von n und gleichzeitig abnehmendem Werthe von m der Astigmatismus abnimmt.

Wenn es nun durch diese Untersuchung festgestellt worden ist, *dass die geschichtete Linse im Vergleich mit einer homogenen keine Vortheile für die Schärfe des peripheren Sehens darbietet,* so ist auf der anderen Seite der durch dieselbe verursachte höhere Astigmatismus ohne Nachtheil, da nämlich die Sehschärfe in den peripheren Netzhauttheilen aus anderen physiologischen Ursachen so niedrig ist, dass die von demselben verursachte Unschärfe, auch wenn in der Form der brechenden Flächen keine Compensation vorhanden wäre, dennoch ohne Bedeutung bliebe.

Zur Ermittelung der Indicialgleichung der *schematischen accommodirenden Linse* wende ich im Werthe C_2 die grösste Ordinate der oben angegebenen, dem Werthe 1,386 entsprechenden Isoindicialfläche an. Da die ophthalmometrischen Untersuchungen bei all zu jungen Individuen ziemliche Schwierigkeiten darbieten, anderseits aber die schematische accommodirende Linse womöglich den Zustand vor dem Auftreten der »Kernbildchen» repraesentiren soll, so habe ich als Prototyp die maximal accommodirende Linse gegen Ende der ersten Lebensdekade gewählt. Meine Untersuchun-

gen haben nun das Resultat ergeben, dass hierbei das Verhältnis der Brechkraft zur Krümmung der Linsenflächen ein solches ist, dass der Totalindex approximativ mit der MATTHIESSEN'schen Formel stimmt, indem die Abweichungen davon nicht grösser sind, als dass sie von der relativen Unsicherheit der ophthalmometrischen Methoden bedingt werden können. Ich habe deshalb dieses Verhalten für die schematische Linse angenommen, wodurch sich auch Gelegenheit bietet, die Möglichkeit der MATTHIESSEN'schen Indicialgleichung für die accommodirende Linse zu prüfen. Die zu Grunde gelegten Werthe sind

$$x = 2 \qquad \rho = 5{,}33\ldots \qquad D = 0{,}015 \qquad y = 3{,}5272$$

und haben mir unter Anwendung der oben angegebenen Formeln folgende Constanten der Indicialgleichung ergeben:

$$m = 0{,}0025031 \qquad n = 0{,}0023443$$
$$p_m = 0{,}0224907 \qquad p_0 = 0{,}0021085 \qquad p_n = 0{,}0008399$$

Durch die Indicialgleichung habe ich folgende Coordinatenpaare für die Isoindicialflächen $\mu = 1{,}386$ bzw. $1{,}404$ erhalten:

$\pm x$	$\pm y$	
	$\mu = 1{,}386$	$\mu = 1{,}404$
0	3.5272	1.2754
0.3	3.4772	1.2118
0,6	3,3292	1,0095
0.9	3.0824	0.4805
0.9688		0
1,2	2,7218	
1.5	2.2149	
1.8	1.4364	

Die Schnittlinien dieser Isoindicialflächen und der Linsenflächen mit einer Meridianebene habe ich in den Figg. 3 und 4 denen der accommodationslosen schematischen Linse gegenübergestellt. Die Linsenflächen sind schematisch als Umdrehungsparaboloide mit willkürlich geformtem Verbindungsstück dargestellt, da beim Mangel exakter Kenntnisse von der betreffenden Form dieses Schema das einfachste ist und sich überdies vorzüglich dazu eignet, die Wirkung der Zonularspannung zu illustriren.

Der erste Blick auf diesen Curven lehrt, dass bei der Dickenzunahme der Linse die auf der Achse senkrechten Verschiebungen von Linsentheilchen in der Aequatorialebene am ausgiebigsten sind. Dies steht auch im vollsten Einklange mit dem bekannten anatomischen Bau der Linse. Denn die Fasern, aus welchen dieselbe besteht, entspringen vorn und hinten, machen in ihrem Verlaufe weite, nach dem Aequator zu convexe Bögen und müssen ersichtlicherweise die grösste Beweglichkeit in den von den Anheftungsstellen am weitesten entfernten mittleren Parthien dar-

bieten. Da nun durch diese Art der Verschiebung die relativ ausgeprägtere Formveränderung der dem Linsencentrum am nächsten liegenden Isoindicialflächen bedingt wird, diese wiederum ein Ausdruck für die Zunahme des Totalindex ist, so kann aus dem anatomischen Bau der Linse a priori postulirt werden, dass bei der Dickenzunahme derselben der Totalindex zunehmen muss. Dass dies auch der Fall ist, lehren, wie oben betont wurde, die ophthalmometrischen Untersuchungen, während die mathematische Untersuchung die volle Übereinstimmung der Ergebnisse derselben mit den anatomischen Thatsachen constatirt und den Vorgang erklärt.

Fig. 3.

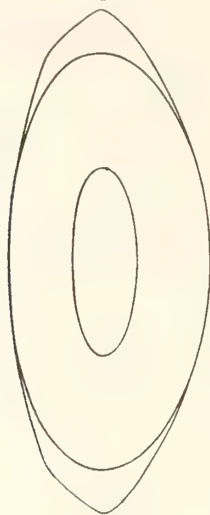
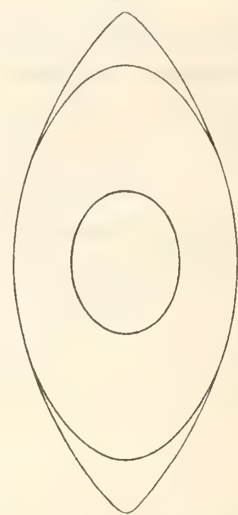


Fig. 4.



In dieser Hinsicht ist auch zu beachten, dass der Abstand der Schnittpunkte der beiden Isoindicialflächen mit der Achse bei der Accommodation abnimmt. Wäre nun die Linse nach der physikalischen Vorstellung von mehr oder weniger concentrischen Schichten anatomisch gebaut, so würde dieses Verhalten nicht anders gedeutet werden können, als dass bei der Accommodation Linsentheilchen in der Nähe der Linsenpole eine Verschiebung von der Achse nach dem Aequator zu erleiden müssten. Da aber die strahlenförmige Anordnung der Anheftungspunkte der Linsenfasern bedingt, dass bei der Verschiebung, welche in der Nähe der Ansatzstellen stattfindet, einzelne Fasern zwischen andere hineingedrängt werden, wodurch der Gesammtindex des betreffenden Linsenortes verändert wird, obwohl keine Veränderung des Index der einzelnen Theilchen stattfindet, so kann der Index in einem Achsenpunkte nicht nur dadurch zunehmen, dass die dort vorhandene Substanz längs der Achse verschoben und durch eine andere ersetzt wird, sondern auch dadurch, dass sich Theilchen mit höherem Index zu den vorhandenen mischen. Ersterer Vorgangsmodus findet, wie sowohl obenstehende mathematische Untersuchung wie auch die anatomische Beschaffenheit der Linse lehrt, überwiegend in den dem Linsencentrum, letztere in den den Linsenpolen am nächsten liegenden Parthien statt.

Für die *axiale Abbildung* haben mir die oben deducirten Formeln folgende Werthe der Kernlinse ergeben:

$$D_k = 0{,}01496 \qquad -H = H' = 0{,}012566$$

Bei der Ermittelung der Werthe der *aequivalenten Kernlinse* zeigt es sich nun, dass eine absolute Aequivalenz im schematischen accommodirenden Auge mathematisch unmöglich ist, indem der Hauptpunktabstand der reellen Kernlinse den möglichen Maximalwerth der aequivalenten übersteigt. Da aber der Unterschied nicht den Werth von 0,007 mm erreicht, somit für eine schematische Darstellung belanglos ist, so habe ich die aequivalente Kernlinse unter Anwendung des nämlichen Maximalwerthes berechnet. Die Werthe sind

$$r_1 = -r_2 = d = 2{,}6551$$

Für den Totalindex erhält man durch die approximative Formel unter Anwendung des approximativen bzw. des exakten Werthes der Brechkraft 1,426 bzw. 1,42589. Den exakten Werth findet man nach Combination der Kernlinse mit den beiden Linsenflächen zu einem optischen System:

$$\mu_t = 1{,}42625$$

Die bei der Accommodation eintretende Abnahme des Werthes von p_n bzw. des Verhältnisses $m:n$ beweist, *dass sowohl die durch die Kernlinse verursachte positive sphärische Aberration auf der Achse wie der innerhalb derselben entstehende Astigmatismus bei schiefem Durchgang des Lichtes bei der Accommodation abnimmt.* Genaue Zahlenwerthe für diese Abnahme zu ermitteln und den entsprechenden, durch die Accommodation veränderten, Einfluss der Linsenflächen zu untersuchen dürfte erst dann lohnend sein, wenn die Form dieser Flächen besser bekannt sein wird.

Die Zunahme des Werthes von p_m macht es wiederum im höchsten Grade wahrscheinlich, dass der oben für das accommodationslose Auge angewendete Werth $p_m = 0$ sehr annähernd das thatsächliche Verhalten repraesentirt. Denn wenn auch in der nicht accommodirenden Linse die Differentialquotienten vierter Ordnung sämmtlich positiv wären, so würde es kaum erklärlich sein, dass die Indicialcurve MATTHIESSENS öfter parabolisch als elliptisch bei den refraktometrischen Untersuchungen gefunden wurde, und anderseits ist ein negativer Werth eben dadurch ausgeschlossen, dass dieselbe entweder parabolisch oder elliptisch gefunden wurde.

Da somit das MATTHIESSEN'sche Gesetz der Indexzunahme wahrscheinlich entweder im accommodationslosen oder im accommodirenden Zustand längs der Achse gilt, so könnte es ja möglich sein, dass die untersuchten Linsen eher im letzteren Zustand zur Untersuchung kamen als im ersteren. Da nun der Totalindex im accommodirenden Auge einen solchen Werth hat, dass die Möglichkeit der Giltigkeit des parabolischen Indicialgesetzes auch für andere Durchmesser der Linse nicht ausgeschlossen ist, und da ferner die FREYTAG'schen Messungen ein solches Verhalten nicht ausschliessen, so habe ich untersucht, wie sich die accommodationslose Linse verhalten müsste, wenn das MATTHIESSEN'sche Gesetz ohne Einschränkung für die accommodirende Linse giltig wäre.

Mit den oben angegebenen Werthen der Brechkraft und der Krümmungsradien würde die Indicialgleichung letzterer durch die Grössen

$$m = 0{,}01 \qquad n = 0{,}00375$$

bestimmt sein. Der Einfachkeit wegen nehme ich an, dass auch das Linsencentrum der nicht accommodirenden Linse symmetrisch zu den Polen liege. Es können dann die oben S. 45 angegebenen, schon zur Ermittelung der Indicialgleichung der accommodirenden Linse angewendeten Formeln wieder zur Verwendung kommen, indem

$$x = 1{,}8 \qquad \frac{1}{\rho} = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{\rho_1} - \frac{1}{\rho_2}\right) = 0{,}1333\ldots \qquad D = 0{,}006$$

zu setzen ist. Es ergiebt sich dann für p_m den Werth $-0{,}0432$ welcher offenbar mit Hinsicht zu den Ergebnissen der refraktometrischen Messungen unmöglich ist. Bei diesem Werthe hat nämlich die Indicialcurve wie die Differentiation der Indicialgleichung lehrt, schon in einem Abstande von 1,06 mm. vom Linsencentrum einen Inflexionspunkt, was wohl auch, wenn die bei den refraktometrischen Untersuchungen erreichbare Genauigkeit sehr gering geschätzt wird, doch jedenfalls ausgeschlossen sein dürfte. Wenn nur sehr junge Linsen zur Untersuchung gelangt wären, so könnten diese zwar im accommodirenden Zustande die Parabelgleichung gegeben haben, und es wäre deshalb die andere Curve möglich, weil die Linsen nicht im accommodationslosen Zustand zur Untersuchung gelangten. Bei Linsen nicht jugendlicher Individuen ist aber der durch die maximale Accommodation der jugendlichen Linse bedingte Zustand ausgeschlossen, und diese Linsen hätten die Inflexionspunkte der Indicialcurven zeigen müssen.

Es ergiebt sich somit, dass das Gesetz von MATTHIESSEN ohne Einschränkung weder für die accommodationslose noch für die accommodirende Linse giltig sein kann, dass aber die Indexzunahme längs der Achse in der accommodationslosen Linse mit grösster Wahrscheinlichkeit durch dieses Gesetz ausgedrückt wird.

Oben wurde bewiesen, dass die heterogene Linse keine Vorzüge vor einer homogenen besitzt, soweit es sich um die Aberration auf der Achse und um den Astigmatismus beim schiefen Durchgang des Lichtes handelt. Wenn diese Untersuchung somit die Unrichtigkeit der bisherigen Ansicht von der *Zweckmässigkeit des geschichteten Baues der Linse* bewiesen hat, so ist sie auch im Stande, die thatsächliche — viel schönere — Zweckmässigkeit klar hervortreten zu lassen, welche in der *Zunahme des Totalindex bei der Accommodation* ihren Ausdruck findet. Die ausgiebige Zunahme der Brechkraft bei der geringen Formveränderung kann nur durch eine heterogene Linse erreicht werden — Aberration und Astigmatismus beim schiefen Durchgang lassen sich eben so leicht in homogenen Linsen durch die Form der brechenden Flächen corrigiren.

Tryckt den 23 april 1908.

Uppsala 1908. Almqvist & Wiksells Boktryckeri-A.-B.

KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 43. N:r 3.

PALÄOBOTANISCHE MITTEILUNGEN

3

VON

A. G. NATHORST

MIT 2 TAFELN

MITGETEILT AM 11. MÄRZ 1908

UPPSALA & STOCKHOLM
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.
1908

3. Lycostrobus Scotti, eine grosse Sporophyllähre aus den rätischen Ablagerungen Schonens.

In meiner 1902 erschienenen Abhandlung »Beiträge zur Kenntnis einiger mesozoischen Cycadophyten»[1] wurde unter dem Namen *Androstrobus Scotti* ein Fossil beschrieben, das ich damals als eine männliche Cycadophytenblüte deutete. Das betreffende Exemplar, seither das einzige bekannte, wurde vor mehreren Jahren bei einer Erweiterung des Hafens der Stadt Helsingborg in den dort anstehenden oberen rätischen Schichten entdeckt, leider aber scheint man dabei die Gegenplatte nicht mitgefunden zu haben.

Dass ich dieses Fossil als eine Cycadophytenblüte auffasste, hatte seinen Grund darin, dass nicht nur der äussere Bau desselben sich sehr wohl mit einer solchen Deutung deckte, sondern auch weil ich an einigen der mutmasslichen Staubblätter Pollensäcke beobachten zu können glaubte.

»An mehreren Stellen zwischen den Staubblättern sind Sammlungen der Pollensäcke zu sehen» heisst es in der zitierten Abhandlung (S. 5—6). »Diese sind bräunlich, verhältnismässig klein, einen halben bis dreiviertel Millimeter im Durchmesser, kreisförmig (d. h. ursprünglich kugelförmig) und mit kleinen Stacheln versehen. Sie scheinen von weicherer Konsistenz als bei den jetzigen Cycadeen gewesen zu sein, was ja aber vielleicht davon herrühren kann, dass die Blüte bei der Fossilwandelung nicht vollständig entwickelt war, oder davon dass die Pollensäcke durch Maceration stark gelitten hatten.»

»Es ist offenbar, dass der Bau dieser Blüte mit dem der jetzigen Cycadeen im grossen und ganzen übereinstimmt. Nur die Pollensäcke machen hiervon eine Ausnahme, und hier scheint in der Tat ein grundwesentlicher Unterschied vorzuliegen. Wie die Pollensäcke den Staubblättern angeheftet waren, lässt sich allerdings nicht sagen, und ebenso wenig weiss man, wie sie sich öffneten, denn eine Spalte ist nirgends zu sehen. Ihre stachelige Oberfläche scheint aber darauf hinzudeuten, dass sie

---

[1] A. G. Nathorst, Beiträge zur Kenntnis einiger mezosoischen Cycadophyten. K. Sv. Vetenskapsakademiens Handlingar. Bd 36. N:o 4. Stockholm 1902.

selbst (ungeöffnet) auf die weibliche Blüte gebracht wurden. Eine solche Verschiedenheit könnte allerdings bei der sonstigen Übereinstimmung mit den jetzigen Cycadophyten befremden, ebenso unerwartete Abweichungen kommen ja aber auch in anderen Fällen vor. Ich denke hierbei zunächst an den Bau der Stämme der Bennettiten, der ja beinahe vollständig mit dem der *Cycadales* übereinstimmt, während hinsichtlich der Blüten keine Übereinstimmung existiert.»

Dieser abweichende Bau der mutmasslichen Pollensäcke hat mich später veranlasst, dieselben einer erneuten Untersuchung zu unterziehen, und zwar in der Hoffnung, dass es mir gelingen würde, mikroskopische Präparate zu erhalten, durch welche ihre wahre Natur endgültig entziffert werden konnte. Diese Untersuchung ergab bereits vor etwa einem Jahre das etwas unerwartete Resultat, dass die kleinen rundlichen Körper, die ich für Pollensäcke gehalten hatte, nicht solche sondern Megasporen sind, und dass es sich statt um einen Cycadophyten in Wirklichkeit um eine zu den *Lycopodiales* gehörige Pflanze handelt. In der letzten Zeit ist es mir nun auch gelungen Präparate von den Mikrosporen herzustelleen. Bevor ich aber zur Beschreibung der Sporen übergehe, dürfte es zweckmässig sein, im Hinweis auf die photographische Abbildung (Taf. 1, Fig. 1), einen Überblick von der ganzen Blüte (Sporophyllähre) zu geben.

Dieselbe wurde von einem etwa zwei Centimeter breiten Stiel, der jedoch nicht holzicht gewesen zu sein scheint, getragen. Der an einigen Stellen noch erhaltene Kohlebelag desselben ist nämlich sehr dünn, und macht nicht den Eindruck eines holzartigen Teiles. Der Stiel war mutmasslich nackt oder nur mit vereinzelten kleinen Schuppen bekleidet. Die vom Stiele getragene zapfenartige Blüte (Sporophyllähre) muss schon vor der Einbettung in den Schlamm an ihrem unteren Teil etwas beschädigt gewesen sein, wodurch man Aufschluss über den inneren Bau derselben erhält. Die Sporophylle nehmen eine spiralige Stellung um die Blütenachse ein, einige kleine Vertieferungen an dieser Achse deuten die Austrittstellen der Leitbündel an. Die Blütenachse war, wie aus der Abbildung erhellt, nur im unteren Teile blossgelegt, höher oben dagegen von den Sporophyllen bedeckt; und da die Blüte hier unversehrt war, zeigt dieser Teil nur die Abdrücke der verdickten, rhombischen oder rhombisch-kreisförmigen Gipfel der Sporophylle. Ob diese in eine Spitze vorgezogen waren, lässt sich nicht entscheiden. Die Eindrücke der verdickten Sporophyllgipfel werden gegen die Spitze der Blüte zu allmählich kleiner. Die Länge der Blüte ausser dem Stiele hat wenigstens 12 Centimeter betragen.

Der genauere Bau des Sporophylls und des von ihm getragenen Sporangiums lässt sich nicht entscheiden, die Abdrücke beider zusammen sind lineal oder lineal-keilförmig. Es ist wohl anzunehmen, dass jedes Sporophyll nur ein einziges, grosses Sporangium auf seiner Oberseite getragen hat. Die Sporangiumwand scheint wie bei *Sigillaria* und *Isoëtes* sehr dünn gewesen zu sein, und die Megasporen sind deshalb blossgelegt oder nur von einem dünnen Kohlebelag bedeckt (Taf. 1, Fig. 2). Nach der Behandlung mit Eau de Javelle habe ich keine Reste der Sporangiumwand gefunden.

Die Megasporen sind an mehreren Stellen zu sehen und liegen dicht zusammengedrängt (Taf. 1, Fig. 2, 3). Fig. 2 stellt eine Sporensammlung von der rechten Seite der Blüte dar (bei *a* in Fig. 1), während Fig. 3 eine Sammlung von Megasporen in etwa fünfzehnfacher Vergrösserung aus dem nachstehend zu erwähnenden linken Teil der Blüte darstellt. Der Durchmesser der Megasporen beträgt meistens 0,55—0,60 Millimeter.

Die erste Behandlung der Megasporen mit Eau de Javelle resultierte allerdings in der Erkenntnis der Sporennatur derselben, d. h. die tiefbraunen Gegenstände liessen die Einzelligkeit derselben wahrnehmen, während man ausserdem an einigen Exemplaren (Fig. 5) auch drei unter 120° zusammenstossende Leisten sowie einige eigentümliche Anhängsel (Fig. 12 und 13) beobachten konnte. An einem Exemplar konnte ich konstatieren, dass diese Anhängsel auf und neben den erwähnten Leisten ihren Platz haben, was aber noch deutlicher an einigen neuen Präparaten hervortritt, die nach der ersten Bleichung mit Eau de Javelle mit Alkohol behandelt und dann nochmals mit Eau de Javelle gebleicht wurden. Diese Präparate sind bedeutend durchsichtiger und lassen den Bau der Megasporen sehr genau beobachten (Fig. 6—11).

Die Oberfläche der Megasporen ist fein punktiert, gleichsam chagriniert (Fig. 11), und mit kleinen warzenartigen Stacheln oder spitzigen Warzen ringsum bekleidet (Fig. 6—10, 13). Die drei Leisten zeigen in ihrer Mitte eine Längsfurche (Fig. 6 und 7), und die Spore hat sich wohl beim Keimen längs derselben geöffnet. Die Leisten sind unregelmässig verdickt (Fig. 6 und 7), und die oben erwähnten Anhängsel sind an und neben denselben angeheftet. Die Anhängsel sind faden- oder blattförmig, in letzterem Falle recht häufig an der Spitze gespalten (Fig. 10—12). Auch die fadenförmigen Anhängsel sind mitunter verzweigt (Fig. 8).

Man könnte hier fragen, ob nicht diese Anhängsel mit dem Keimen der Spore zusammenhängen können, so dass sie als zum Prothallium oder zum Embryo gehörig aufzufassen sind. Dies scheint mir aber nicht gut möglich, denn die Anhängsel sind stark kutinisiert, von fester und zäher Konsistenz, so dass man sie selbst bei nur mässiger Vergrösserung wahrnehmen kann (Fig. 4). Dazu scheinen sie mitunter ganz deutlich aus der ganz unverletzten Oberfläche der Spore selbst hervorzutreten. Eigentümlich ist allerdings, dass sie mitunter flügelartig zusammenfliessen (Fig. 13), solche Verzierungen kommen ja aber auch an den Megasporen von *Selaginella* und an mehreren fossilen Sporen nicht selten vor. Ausser den drei Scheitelleisten habe ich ein paarmal auch eine Querleiste beobachtet (z. B. Fig. 8), bin aber nicht sicher, ob dieselbe ursprünglich oder als eine Runzel in der Sporenwand zu deuten ist.

Nachdem ich über den Bau dieser Sporen im klaren war, war selbstredend die nächste Frage, ob die Pflanze Sporen von ein- oder zweierlei Art gehabt hat. In letzterem Falle mussten die oben beschriebenen Sporen Megasporen sein, und es galt also auch Mikrosporen ausfindig zu machen. Die Aussichten auf ein günstiges Resultat schienen allerdings schon von vornherein nicht günstig, denn es waren nur noch sehr kleine verkohlte Partien übrig, und keine derselben befand sich oberhalb der Sammlungen von Mega-

sporen (bei *a* in Fig. 1). Falls nun die Mikrosporangien wie bei *Lepidodendron* ihren Platz im oberen Teil der Blüte gehabt hatten, war keine Aussicht vorhanden, verkohlte Partien von solchen untersuchen zu können. Die einzige Partie, die möglicherweise für eine Untersuchung geeignet war, befand sich weiter unten an der linken Seite des obersten Teiles der blossgelegten Blütenachse (bei *b* auf Taf. 1, Fig. 1) und schien drei Sporophyllfragmenten (mit Sporangien) zu entsprechen. Diese Partie wurde nun behutsam von der Steinplatte losgelöst und zunächst mit rauchender Salpetersäure behandelt. Da aber diese zu heftig zu wirken schien, wurde die Behandlung bald unterbrochen, und Eau de Javelle statt der Salpetersäure angewendet. Ich konnte nach beendigter Bleichung drei stark zusammengepresste längliche Partien von einander trennen. Die eine stellte eine Sammlung von Megasporen dar (Taf. 1, Fig. 3), eine andere war dieser ähnlich, und beide entsprechen demnach zwei Megasporangien. Die dritte Partie aber zeigte keine Megasporen sondern eine ganz homogene Masse, auf welcher hie und da kreisrunde Flecke von etwa 0,28 Millimeter Durchmesser zu sehen sind (Taf. 2, Fig. 14). Kleine isolierte Stückchen von der lichtbräunlich-gelben Grundmasse waren an den Rändern durchscheinend und waren ringsum von von derselben losgetrennten Mikrosporen umgeben. Wenn man die Grundmasse mit der Präpariernadel zerbröckelte, kamen Mikrosporen in zahlloser Menge zum Vorschein, die Grundmasse war vollständig aus solchen aufgebaut (Fig. 15).

Die Mikrosporen sind denjenigen von *Isoëtes* recht ähnlich und ihre ursprüngliche Form dürfte wie bei dieser ein Kugelquadrant gewesen sein (Taf. 2, Fig. 16—18). Bei mehreren Gelegenheiten habe ich zwei derselben in ähnlicher Lage wie in Fig. 19 und 22 beobachtet. Jetzt ist aber die ursprüngliche Form der Mikrosporen meistens durch Pressung insofern verändert, als sie ganz plattgedrückt sind, so dass sie vom Rande gesehen sich auch bei sehr starker Vergrösserung nur wie ein kurzes, feines Strichel ausnehmen. Ihrer Dünnheit wegen ist es unzweckmässig sie in Gelatinglycerin oder Canadabalsam zu bewahren, denn sie treten hier allzuwenig hervor; ich habe sie deshalb am vorteilhaftesten unter dem Deckglase trocken aufbewahrt. Wenn man die mit Eau de Javelle gebleichte Mikrosporenmasse mit Ammoniak behandelt, zerfällt dieselbe vollständig in Mikrosporen, deren Membran jedoch durch diese Behandlung noch durchsichtiger geworden ist. Es ist mir aber im letzten Augenblick gelungen, die auf solche Weise behandelten Mikrosporen mit Erythrosin zu färben, wodurch ihre Umrisse und Runzeln sehr scharf und deutlich hervortreten. Taf. 2, Fig. 16 zeigt eine Menge gefärbter Mikrosporen in etwa vierzigfacher Vergrösserung.

Die Mikrosporen sind sehr klein, ihre Länge beträgt gewöhnlich an den nur mit Eau de Javelle behandelten Exemplaren 36—44 μ, während solche, die auch mit Ammoniak behandelt wurden, bis 54 μ messen können. Ob diese Verschiedenheit darauf beruht, dass letztere etwas angeschwollen sind, kann ich nicht sagen; die Präparate stammen nicht von ganz demselben Teil des Mikrosporangiums. Die Aussenfläche der Mikrosporen war wahrscheinlich mit sehr kleinen Knötchen bedeckt, weshalb die Membran wie punktiert erscheint (Taf. 2, Fig. 17—21). Eine Längsfurche war mög-

licherweise an der Bauchseite vorhanden (Fig. 24 und 25). Die Mikrosporen zeigen übrigens selbstredend ein recht verschiedenes Aussehen, je nach der Seite, von der aus sie betrachtet werden, und dies wird dazu durch die mehr weniger stark hervortretenden Runzeln der Membrane beeinflusst. Die Mikrophotographien (Fig. 16—21) dürften am besten eine Vorstellung davon gewähren; in den Bleistiftzeichnungen (Fig. 22—25), die übrigens sehr getreu ausgeführt sind, ist es schwieriger das Wesentliche vom Unwesentlichen zu unterscheiden.

Über den inneren Bau des Mikrosporangiums habe ich einige sehr interessante Aufschlüsse erzielt, obschon meine Präparate leider nicht ausreichen um über alles aufklären zu können. Dies beruht teils auf dem sehr knappen Material, teils auch auf einem Unfall, durch welchen ein sehr instruktives Präparat vernichtet wurde. Was aber als sicher festgestellt werden konnte, ist, dass die Mikrosporen nicht ordnungslos im Mikrosporangium liegen, sondern vielmehr in dicht an einander gedrängten Ballen von etwa 0,40—0,48 Millimeter Durchmesser zusammengehäuft sind. Als ich eine gebleichte scheinbar homogene Partie der Mikrosporenmasse mit Ammoniak behandelte, stellte sich heraus, dass das ganze Stück aus solchen an einander gedrängten Ballen bestand, so dass man es mit einem Stück Oolith hätte vergleichen können. Dieses Präparat war es, das, wie oben angedeutet, leider verloren ging, bevor es photographiert werden konnte, Fig. 26 auf Taf. 2 zeigt aber zwei solche Ballen in einem anderen Stück, das nicht mit Ammoniak behandelt wurde, und hier sieht man auch, dass die Ballen von einem Häutchen mit netzförmiger Oberfläche begrenzt sind. Fig. 27 zeigt ein anderes Stück mit ähnlicher Skulptur in etwas stärkerer Vergrösserung. Die Maschen dieses Häutchens betragen nur 12—18 μ im Durchmesser, es ist schwer zu entscheiden, ob es wirklich Zellen sind oder ob sie nur eine Art Oberflächenskulptur darstellen. Die ganze halbdurchsichtige Masse des Präparats besteht im übrigen aus den dicht zusammengehäuften Mikrosporen.

Als was sind nun die Ballen zu deuten? Dass sie die wahren Mikrosporangien darstellen — in welchem Falle sie in einem vom Sporophyll getragenen Sporangienbehälter (»Sporocarp») eingeschlossen gewesen sind — ist wohl von vornherein ausgeschlossen. Man könnte eher an ein Analogon mit den Massulae von *Azolla* denken, obschon selbstredend vom Inhalt derselben hier nur die Mikrosporen selbst erhalten bleiben können. Dass das die Mikrosporen umgebende Häutchen der Ballen sehr dünn war, geht daraus hervor, dass es bei Behandelung mit Ammoniak (nach der Bleichung mit Eau de Javelle) vollständig verschwand. Am nächsten scheint mir jedoch eine Vergleichung mit *Isoëtes* zu liegen. Hier sind ja die grossen Mikrosporangien gefächert, indem steriles Gewebe — die *Trabeculae* — das fertile Gewebe durchsetzt. Bei *Isoëtes* ist die Fächerung allerdings wie bekannt unvollkommen, man kann sich ja aber sehr wohl denken, dass dieselbe bei anderen Gattungen vollständig gewesen ist. Wendet man diese Vergleichung auf den vorliegenden Fall an, dann würde man annehmen können, dass unser Mikrosporangium durch sterile Zellreihen in kugelförmige, die Mikrosporen enthaltende Fächer zerteilt war.

Es erübrigt noch einige Dinge zu erwähnen, über deren Natur ich der mangelhaften Erhaltung wegen keine bestimmte Meinung auszusprechen wage. Es handelt

sich um kleine kreisrunde Scheibchen, von etwa 0,27—0,30 Millimeter Durchmesser. Sie sind sehr spröde, so dass die meisten bei der Präparierung zerbrochen wurden. Sie waren wohl ursprünglich kugelförmig und scheinen aus strahlenförmig angeordneten Zellen gebildet zu sein (Taf. 2, Fig. 28 und 29). An der Oberfläche glaube ich bisweilen kleine Knötchen beobachtet zu haben. Der Durchmesser der Zellen an der Oberfläche des Gegenstandes beträgt nur 15—18 μ. Sie erinnern ein wenig an *Pila*,[1] und es wäre ja recht wohl möglich, dass ein fremder Organismus sich an die ins Wasser gefallene Blüte angeheftet haben könnte. Bevor aber besseres Material vorliegt, dürfte es sich kaum verlohnen eine Deutung der Natur derselben zu versuchen. Hinsichtlich ihrer Grösse stimmen sie mit den runden Flecken überein, die auf der Mikrosporenmasse (Taf. 2, Fig. 14) vorkommen; ich habe aber niemals Mikrosporen in denselben entdecken können. Es bleiben also mehrere Fragen noch unentschieden. Die Botaniker, die mit Geweben lebender Pflanzen oder diejenigen Paläobotaniker, die mit tatsächlichen Versteinerungen arbeiten, haben kaum eine entfernte Ahnung von den Schwierigkeiten, die mit den Arbeiten an verkohlten Pflanzenresten verknüpft sind, insbesondere wenn das Material so beschränkt ist, dass die Untersuchung nicht wiederholt werden kann, falls ein einziges Präparat zu Schaden kommt. Dazu können ja nur solche Gewebeteile in Betracht kommen, die kutinisiert sind, alle übrigen sind bei der Fossilwandelung verkohlt oder zerstört worden und kommen in den gebleichten Präparaten nicht mehr zum Vorschein.

In Anbetracht der Grösse der Blüte glaubte ich zuerst schliessen zu müssen, dass es sich um den Rest einer baumartigen Pflanze handele, einen Nachkommen der baumartigen *Lycopodiales* der paläozoischen Zeit. Die Beschaffenheit des Stieles, der eher von weicher als von holzartiger Konsistenz gewesen zu sein scheint, macht aber eine solche Auffassung zweifelhaft. Auch die Breite des Stieles spricht eher für krautartigen als für holzartigen Bau, denn wenn er holzartig gewesen wäre, wäre eine solche Breite desselben nicht vonnöten gewesen.

Was die systematische Stellung des Fossils anbelangt, so dürfte nach der vorstehenden Beschreibung kein Zweifel darüber obwalten, dass es sich um eine zur Klasse *Lycopodiales* gehörige Pflanze handeln muss. Ja, man kann wahrscheinlich wagen, dieselbe der Unterreihe *Isoëtineae* dieser Klasse zuzuführen. Einige Sporophylle trugen Megasporangien, andere Mikrosporangien; die Wand der Sporangien war dünn; die Sporen wurden wahrscheinlich durch Auflösung der Sporangienwand frei; die grossen Megasporen sind denjenigen von *Isoëtes* nicht unähnlich; die Mikrosporen ähneln den Mikrosporen von *Isoëtes* in hohem Grade. Die Mikrosporangien (und wohl auch die Megasporangien) waren wie bei *Isoëtes* gefächert, obschon allerdings hier eine Verschiedenheit vorkommt, indem die Fächer der fossilen Pflanze wahrscheinlich vollständiger als bei *Isoëtes* ausgebildet waren.

[1] Bertrand & Renault, *Pila bibractensis* et le Boghead d'Autun. Bull. Soc. d'hist. nat. d'Autun. 5 (1892); Bertrand, Nouv. rem. sur le Kerosene shale de la Nouvelle-Galles du Sud. Ibidem 9 (1896); Bertrand, Conferences sur les charbons de terre. Première partie: Les bogheads à algues. Bull. Soc. belge de géologie, de paléontologie et d'hydrologie. 7 (1893).

Da das Fossil also einen ganz neuen Typus darstellt und selbstredend nichts mit *Androstrobus* zu tun hat, habe ich für dasselbe den neuen Gattungsnamen *Lycostrobus* gebildet. Die Art wird demnach *Lycostrobus Scotti* genannt, dessen synonymer Name *Androstrobus Scotti* Nath. zu streichen ist.

Über Gestalt und Bau der Pflanze selbst, die unsere Blüte getragen hat, wissen wir zur Zeit garnichts; es bleibt der Zukunft vorbehalten hierüber Aufschluss zu bringen.

TAFELERKLÄRUNGEN

TAFEL 1

Lycostrobus Scotti Nath.

Fig. 1. Blüte (Sporophyllähre) in natürlicher Grösse. Zuunterst der breite Stiel; in der Mitte ein Abdruck der Blütenachse mit umgebenden Sporophyllen; im oberen Teil die rhombischen oder rhombisch-kreisförmigen Abdrücke der verdickten Sporophyllengipfel.

2. Eine Sammlung von Megasporen (an *a* in Fig. 1) in etwa sechsfacher Vergrösserung; die Megasporen scheinen im unteren Teil noch von Resten der Sporangienwand bedeckt zu sein.

3. Megasporensammlung (Partie eines Megasporangiums). $^{15}/_{1}$.

4. Isolierte gebleichte Megasporen von oben belichtet. $^{15}/_{1}$.

5. Halbdurchsichtige Megaspore mit den drei Scheitelleisten. $^{50}/_{1}$.

6. $^{45}/_{1}$ und 7, $^{65}/_{1}$. Megasporen von der oberen Seite gesehen, mit den Scheitelleisten und Anhängseln. Die Furche in den Leisten kommt hier zum Vorschein.

8. $^{80}/_{1}$, 9, $^{90}/_{1}$ und 10, $^{80}/_{1}$. Megasporen, von der Seite gesehen, so dass die Scheitelleisten und die Anhängsel im oberen Teil zum Vorschein kommen. Im unteren Teil von Fig. 8 eine kurze Querleiste. Die Scheitelleisten des Exemplars Fig. 9 sind ungewöhnlich breit (gespalten?).

11. Partie mit den Anhängseln von Fig. 10. $^{115}/_{1}$.

12. Die Anhängsel am Rande einer undurchsichtigen Megaspore. $^{100}/_{1}$.

13. Eine undurchsichtige Megaspore mit z. T. zusammenfliessenden Anhängseln. $^{95}/_{1}$.



Th. Ekblom phot. et del.

Ljustr. Justus Cederquist, Sthlm.

TAFEL 2

Lycostrobus Scotti Nath.

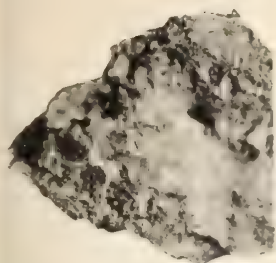
Fig. 14. Partie der Mikrosporenmasse von oben belichtet. $^{16}/_{1}$.
» 15. Partie der am Rande durchscheinenden Grundmasse des Mikrosporangiums; die Konturen der Mikrosporen sind am Rande zu sehen. $^{100}/_{1}$.
16. Eine Menge von Mikrosporen, mit Erythrosin gefärbt. $^{40}/_{1}$.
17. Mikrosporen. $^{220}/_{1}$.
18. Drei Mikrosporen. $^{300}/_{1}$.
19. Zwei Mikrosporen mit der Bauchseite einander zugewandt. $^{550}/_{1}$.
20. Eine einzelne Mikrospore, mit dem Rest einer anderen. $^{540}/_{1}$.
21. Mehrere Mikrosporen $^{515}/_{1}$.
22. Zwei Mikrosporen, die an der Bauchseite mit einander zusammenzuhängen scheinen und eigentümlich verzweigte Runzeln zeigen. $^{750}/_{1}$.
23. Eine Mikrospore, in der Richtung der Längenachse zusammengepresst. $^{750}/_{1}$.
24, 25. Mikrosporen, die Längsfurche zeigend. $^{750}/_{1}$.
26. Zwei Ballen der Mikrosporenmasse, mit netzadriger Oberfläche. $^{80}/_{1}$.
» 27. Ein ähnlicher Ballen. $^{120}/_{1}$.

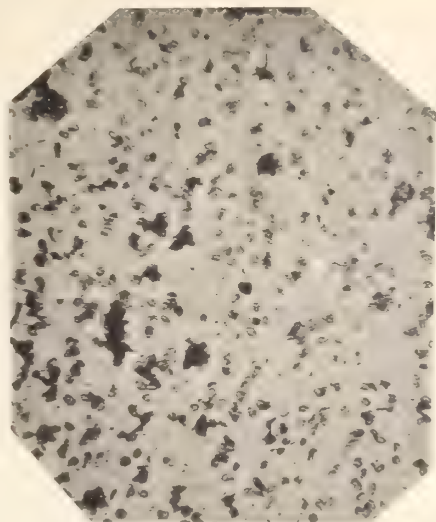
Incertae sedis.

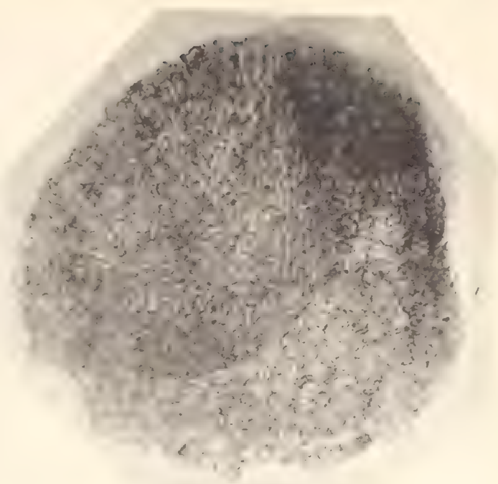
Fig. 28. Die Hälfte eines kreisförmigen Scheibchens. $^{100}/_{1}$.
29. Etwas vollständigeres Scheibchen. $^{270}/_{1}$.
30. Oberfläche des vorigen, noch stärker vergrössert.

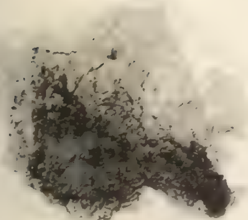
Tryckt den 14 april 1908.

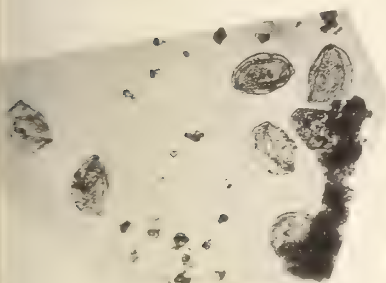
Uppsala 1908. Almqvist & Wiksells Boktryckeri-A.-B.


14

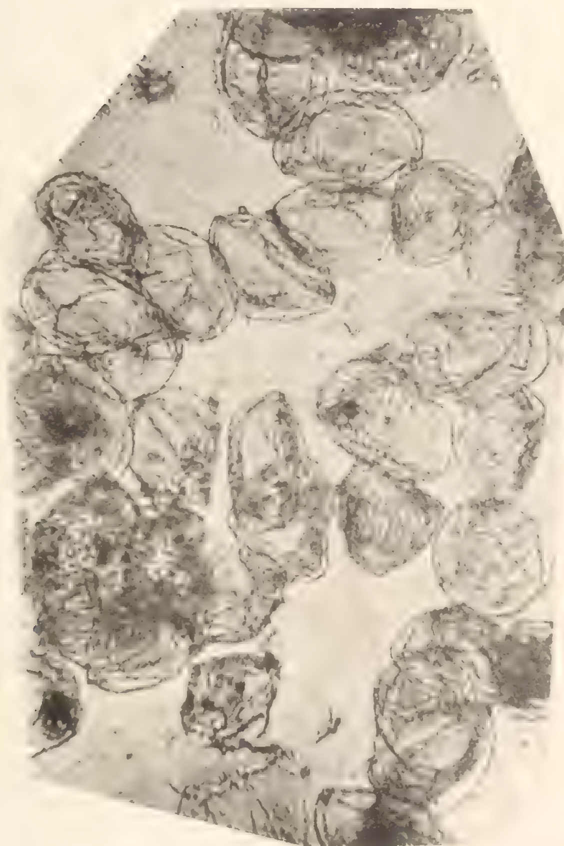

16

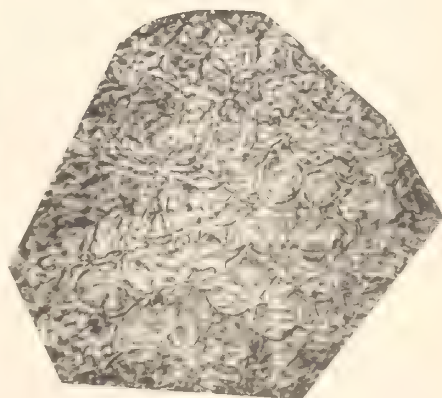

29

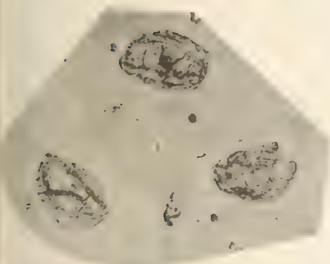

15

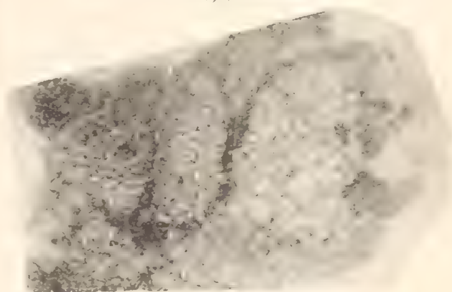

17

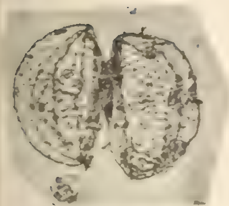

28


21


30

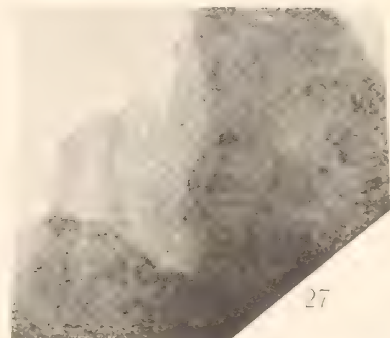

18

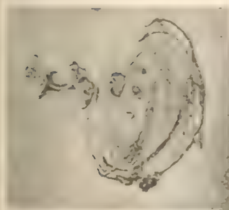

26


19


22


23


27


20


24


25

Th. Ekblom phot. et del. Ljustr. Justus Cederquist, Sthlm.

KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 43. N:o 4.

ENTWURF EINER MONOGRAPHIE

DER GATTUNGEN

WISSADULA UND PSEUDABUTILON

VON

ROB. E. FRIES

MIT 10 TAFELN

MITGETEILT AM 11. MÄRZ 1908 DURCH A. G. NATHORST UND J. ERIKSSON

UPPSALA & STOCKHOLM
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.
1908

Einleitung.

Bei der Bestimmung des neueren Materials von der Malvaceen-Gattung *Wissadula* im Regnellschen Herbarium in Stockholm kam ich bald zu der Auffassung, dass die von K. SCHUMANN in MARTIUS' Flora brasiliensis gelieferte Darstellung von der genannten Gattung in verschiedenen Hinsichten einer Revision bedurfte. Das älteste Material im Regnellschen Herbarium war bei der Ausarbeitung dieser Darstellung SCHUMANN zugänglich gewesen, so dass es mir leicht war, eine klare Auffassung von seiner Artbegrenzung zu erhalten, die mir unnatürlich erschien, besonders hinsichtlich des Umstandes, dass weit verschiedene Formen unter allzu umfangreichen Arten vereinigt wurden. Mein Plan war daher, mit einer Revision der brasilianischen Arten der Gattung zu beginnen, ich fand mich aber bald veranlasst, diese auch auf die übrigen auszudehnen. Das Stockholmer Material, verstärkt durch das aus dem botanischen Museum in Uppsala, war jedoch zu unvollständig, um in allen Punkten Klarheit zu gewinnen, und besonders war es vonnöten, eine ganze Reihe von Originalexemplaren zu prüfen. Eine unschätzbare Hilfe bei der Durchführung der Arbeit war mir daher die Gelegenheit, die sich mir dank der Unterstützung aus dem Regnellschen Fonds der Akademie der Wissenschaften in Stockholm bot, während des vergangenen Sommers London und Berlin zu besuchen. An ersterem Orte hielt ich mich drei Wochen lang zwecks Studien im Kewer Herbarium und im British Museum (Departm. of Natural History) auf und konnte dank dem freundlichen Entgegenkommen der Herren W. B. HEMSLEY an der einen und Dr. A. B. RENDLE an der anderen Stelle die reichen Sammlungen dieser Museen prüfen. Auch das spärliche Material von der fraglichen Gattung, das in LINNÉ's Herbarium in der Linnean Society aufbewahrt wird, wurde während des Aufenthalts in London untersucht. Auf Berlin erlaubte es mir dagegen meine Zeit nicht, mehr als zwei Tage zu verwenden, die jedoch, infolge des wohlwollenden Entgegenkommens seitens des Herrn Geheimerat Dr. I. URBAN, wohl ausgenutzt werden konnten, und die auch eine sehr gute Ausbeute ergaben.

Um die Resultate der Studien in diesen Museen zu vervollständigen, wandte ich mich an Herrn Prof. Dr. R. CHODAT, um aus dem Universitätsmuseum in Genf einige für mich wichtige HASSLER'sche Exemplare aus Paraguay zur Untersuchung geliehen zu erhalten. Mit grosser Bereitwilligkeit wurde meine Bitte erfüllt, und ausserdem stellte auch Herr Dr. E. HASSLER mir seine Privatsammlungen von der Gattung zur

Verfügung, damit in besonders wertvoller Weise meine Arbeit unterstützend. Auf meine Bitte erhielt ich auch durch Herrn Prof. Dr. A. PETER aus dem Göttinger Bot. Museum das *Wissadula*-Material des GRISEBACH'schen Herbariums, was dazu beitrug, besonders einige argentinische Arten klarzustellen. Da eines der Verbreitungszentren der Gattung in Mexiko liegt, und da die reichsten Sammlungen aus dem genannten Land wohl diejenigen sein dürften, die sich im U. S. Nat. Herbarium in Washington befinden, war es für mich von besonderem Gewicht, Gelegenheit zu erhalten, das *Wissadula*-Material in diesem Museum zu prüfen, besonders da dort mehrere Originalexemplare aufbewahrt wurden. Dies wurde mir auch dank der grossen Freundlichkeit seitens des Herrn Dr. J. ROSE ermöglicht, der mir das äusserst wertvolle *Wissadula*-Material des Herbariums zur Prüfung übersandte. Ferner hat Herr Apotheker TH. STUCKERT in Córdoba (Argentinien) die Güte gehabt, mir zur Ansicht zu senden, was sein reichhaltiges argentinisches Herbarium von der fraglichen Gattung enthielt, und durch seine Vermittlung erhielt ich ausserdem Gelegenheit, einige von Herrn M. LILLO in Tucuman (Argentinien) daselbst eingesammelte wertvolle *Wissadula*-Exemplare zu prüfen.

Die eben genannten Sammlungen sind es also, auf die sich der monographische Versuch, der hiermit vorgelegt wird, gründet. Es wäre freilich von Wert gewesen, die Sammlungen noch einer Reihe anderer Museen durchzugehn und zu prüfen — ich denke hierbei besonders an das DE CANDOLLE'sche Herbarium in Genf und an die Sammlungen ST.-HILAIRE's und anderer in Paris — aber hindernde Umstände haben das unmöglich gemacht. Ich bin jedoch so glücklich gewesen, in den durchgegangenen Sammlungen Dubletten oder andere hinreichenden Aufschluss gebende Exemplare von dem meisten von dem zu finden, was in den genannten, nicht besuchten Museen zu sehn verlockend gewesen wäre. Alles dies hat zur Folge gehabt, dass Typenexemplare von nahezu allen Arten mir zugänglich gewesen sind, so dass ich, bis auf nur ein paar Ausnahmen, mir eine Auffassung von dem habe bilden können, was die Autoren unter ihren Arten verstanden haben. Hieraus haben sich, wie sich später zeigen wird, eine Menge Berichtigungen gegenüber den Darstellungen späterer Verfasser ergeben.

Bevor ich zu der eigentlichen Behandlung des Gegenstandes übergehe, sei es mir erlaubt, hier öffentlich meinen Dank allen den oben genannten Herren, sowie auch den übrigen abzustatten, die auf die eine oder andere Weise die Ausführung dieser Arbeit mir erleichtert haben. Besonders wende ich mich dabei an den Intendanten der botanischen Abteilung des Reichsmuseums in Stockholm, Herrn Prof. Dr. C. LINDMAN, der auf vielfältige Weise mich kräftig in meiner Arbeit unterstützt hat. Und schliesslich kann ich es nicht unterlassen, der Dankesschuld Ausdruck zu geben, in der ich gegenüber dem hervorragenden Malvaceenkenner Herrn Dr. EDM. G. BAKER stehe, welcher mir während meines Aufenhalts im Natural History Museum in London mit seiner grossen Kenntnis der hier fraglichen Pflanzen bereitwillig manchen willkommenen Aufschluss und manche wertvolle Anregung gab.

Geschichtliche und systematische Übersicht über die Gattungen Wissadula und Pseudabutilon.

Im Jahre 1787 stellte MEDIKUS in seiner Arbeit »Ueber einige künstliche Geschlechter aus der Malven-Familie» eine monotype Gattung auf, die er nach dem einheimischen Namen der dieselbe konstituierenden zeylanischen Art *Wissadula* benannte; ihr Name auf Zeylon war »Wissaduli»; der Art gab er den Namen *zeylanica*. Diese Pflanze war jedoch den Botanikern des 18. Jahrhunderts nicht ganz unbekannt. Schon die vorlinneanischen Verfasser kannten dieselbe, und LINNÉ wurde sie durch HERMANN's Pflanzensammlung aus Zeylon bekannt, die ja LINNÉ's Flora zeylanica zu Grunde liegt. In der ersten Auflage der Sp. plant. (1753) erteilte er ihr auch den Artnamen *periplocifolia*, indem er sie wie so viele andere Malvaceengattungen unter *Sida* placierte. In der zweiten Auflage (1763) führt er gleichfalls die Art an; er zieht dort als eine Varietät unter derselben eine andere, bereits in der ersten Auflage beschriebene, in Amerika einheimische und schon von PLUMIER erwähnte *Sida*-Art, *amplissima*, ein.

MEDIKUS gründete seine Gattung auf den Fruchtbau; er hat einen klaren Blick für das Charakteristische desselben gehabt und auch deutlich darauf hingewiesen: »Die einzelnen Kapseln sind durch die in der Mitte befindlichen horizontal laufenden Zwergwände in zwei Gefache abgetheilt. Das untere Gefach ist dreikandicht, bleibt geschlossen und enthält einen Saamen. Das obere und grössere Gefach theilt sich freiwillig in zwei dreikandicht-spitzige Blättleinen, die bei geschehener Zeitigung bis auf die Mittelwand von einander glaffen und gewöhnlich zwei Saamen zwischen sich haben.» Demungeachtet ist MEDIKUS' Gattung von späteren Verfassern während langer Zeit völlig übersehen worden, bis PRESL 50 Jahre später sie wieder zum Leben erweckt und darunter noch ein paar andere Arten einrangiert, die unterdessen bekannt geworden waren. Aber noch einige Verfasser nach PRESL haben sich auf den alten Standpunkt gestellt, wie z. B. DIETRICH in seiner Synopsis i. J. 1847. Erst in späterer Zeit, nachdem BENTHAM und HOOKER in ihren Genera plantarum die Gattung *Wissadula* gutgeheissen, ist sie allgemein angenommen und in Floren u. dgl. angewandt worden.

Noch i. J. 1898 ist jedoch ein Versuch gemacht worden, die Gattung einzuziehen, nämlich von O. KUNTZE, der in seiner Rev. gen. plant. sie mit *Abutilon*, der un-

zweifelhaft nächststehenden Gattung, vereinigt. Er stützt sich hierbei darauf, dass bei einer Art, *W. contracta* (LINK) R. E. FR. (= *W. Luciana* DC. und *Leschenaultiana* DC.; s. unten), die charakteristische querverlaufende Falte an der Mitte der Fruchtvalveln (die falsche Scheidewand) sehr schwach ausgeprägt ist. KUNTZE hat hierbei unstreitig den schwächsten Punkt der Gattung getroffen, und nicht ohne Grund kann die genannte Art als in gewisser Weise die beiden Gattungen verknüpfend angesehen werden. Die Sache liegt nun aber so, dass eine schwache Falte in Wirklichkeit gewöhnlich unterschieden werden kann, bisweilen ziemlich deutlich. Dass ausserdem eine Differenzierung in der Fruchtwand vorhanden ist, geht daraus hervor, dass die Karpiden längs des Rückens sich nur bis zu dem Punkt hinab öffnen, wo die bei den anderen Arten kräftiger entwickelte falsche Wand ihren Platz hat. Noch ein anderer Umstand ist in Betracht zu ziehen. Charakteristisch für die *Wissadula*-Gattung ist nicht nur die unvollständige Teilung in zwei Fächer, auf die MEDIKUS hingewiesen hat, sondern auch die Samenstellung, indem die beiden oberen Samen kollateral im oberen Fache des Karpids befestigt sind, der untere allein in dem unteren sitzt, und in dieser Hinsicht zeigt die genannte Art *Wissadula*-Bau. Auch in der kurzen Staubblattröhre, einem gleichfalls für *Wissadula* ziemlich charakteristischen Zuge, zeigt die Art deutlich ihre Zugehörigkeit zu dieser Gattung. Da hierzu kommt, dass sie in ihrem allgemeinen Habitus den typischen Wissadulen dermassen ähnt, dass sie von den meisten späteren Verfassern (GARCKE, K. SCHUMANN, HOCHREUTINER u. a.) sogar mit *Wiss. hernandioides* vereinigt wird, so scheint mir KUNTZE's Auffassung nicht annehmbar zu sein, wenn auch die fragliche Art ihr grosses Interesse besitzt, insofern sie deutlich auf die Stellung der *Wissadula* innerhalb der Familie hinweist.

Während des 19. Jahrhunderts hat die Anzahl der Arten der Gattung eine Steigerung erfahren, wobei sie im allgemeinen zuerst unter *Abutilon* oder *Sida* beschrieben wurden. Der hervorragende Malvaceenkenner GARCKE hat 1890 eine Erörterung der ihm bekannten Arten[1] gegeben und gelangt zu dem Resultat, dass der Gattung damals 10 Arten angehörten. In MARTIUS' Fl. bras. gibt SCHUMANN im folgenden Jahre 11 Arten als beschrieben an, und zwei Jahre danach führt BAKER in seiner Übersicht im Journal of Botany, Bd. 31 (1893) 13 Arten an. Während der letzteren Jahre sind ausserdem mehrere aus Mexiko, hauptsächlich von ROSE beschriebene, und einige aus Paraguay und Bolivia hinzugekommen; ungefähr 10 neue Arten habe ich ausserdem während der Ausarbeitung dieses Aufsatzes aufstellen zu müssen geglaubt, und schliesslich haben ein paar von den alten Arten meines Erachtens einen zu weiten Umfang erhalten, so dass sie zerteilt werden mussten. Insgesamt beträgt daher die Anzahl der Arten innerhalb der *Wissadula*-Gattung, wenn diese in dem bisher üblichen weiteren Umfange genommen wird, 46 Stück, von denen jedoch 5 mir noch unbekannt oder ungenügend bekannt sind.

Je mehr die Artenanzahl wuchs, wurde das Bedürfnis nach einer Zerteilung der Gattung in Unterabteilungen mehr und mehr fühlbar. Der erste, der etwas der-

[1] GARCKE, Wie viel Arten von Wissadula giebt es? (in Zeitschr. für Naturwiss., Halle. Bd. 63, S. 113. 1890).

artiges unternommen, ist SCHUMANN, der in Flora brasiliensis folgende drei Sektionen angibt:

Sect. I. Euwissadula: Carpidia triovulata, matura plicis binis transversalibus lateralibus spurie in loculamenta 2 superposita divisa, sæpius heterosperma;

Sect. II. Wissadulastrum: Carpidia dissepimento horizontali a dorso abeunte in loculamenta superposita bina divisa, inflorescentia contracta;

und *Sect. III. Wissada,* die als in Brasilien nicht vertreten nur im Vorbeigehen erwähnt wird, und die dadurch charakterisiert sein soll, dass nur *eine* Samenknospe entwickelt ist, weshalb auch die Karpiden einsamig werden. Diese Sektion ist eigentlich schon von GRISEBACH (in Fl. Brit. W. Ind. Islands. 1864) als eine Sektion innerhalb der *Sida*-Gattung aufgestellt worden, und ihre einzige Art wurde von BENTHAM et HOOKER (Genera plantarum) mit Recht der *Wissadula*-Gattung zugewiesen.

Zu der ersten Sektion rechnet SCHUMANN alle Arten ausser *spicata* (HBK.) PRESL, die seine *Sect. Wissadulastrum* konstituierte, und *divergens* BENTH., der einzigen Repräsentantin für die *Wissada*-Sektion. Bemerkenswert ist, dass er übersehen hat, dass die von ihm zu *Euwissadula* gerechnete *scabra* PRESL gerade den Fruchtbau hat, der seine zweite Sektion auszeichnen soll. Dieselbe Einteilung hat SCHUMANN später in den Nachträgen zu ENGLER u. PRANTL, Nat. Pfl.-Fam., doch führt er hier ein paar neue Arten unter *Euwissadula* an, stellt *scabra* an ihren richtigeren Platz unter *Wissadulastrum* und fügt eine zweite, in der Zwischenzeit beschriebene Art, *Balansæ* E. G. BAK., zu *Wissada* hinzu.

Zwischen diesen beiden Darstellungen der *Wissadula*-Gattung seitens SCHUMANN's kam BAKER's Übersicht in Journ. of Bot. 1893 heraus. SCHUMANN's drei Sektionen werden hier in derselben Begrenzung, wie dieser sie ihnen gegeben, angenommen, ausgenommen dass *Wissadulastrum* in zwei zerspalten wird, wobei die eine, den SCHUMANN'schen Namen beibehaltende von der Art *spicata,* die andere, die den Namen *Abutilastrum* erhielt, von *scabra* repräsentiert wird. Prüft man die mitgeteilten Sektionsdiagnosen, wird man jedoch vergebens nach einem angeführten Merkmal suchen, das die Trennung rechtfertigte; die Sektionen darauf zu gründen, ob die Infloreszenz contracta oder paniculata ist, ist kaum angängig. Und doch hat unleugbar BAKER hier den richtigen Blick dafür gehabt, dass *scabra* und *spicata* nicht zusammengehörten, obwohl, wie wir sehen werden, die wichtigeren Unterschiede ihm entgangen sind. So stand es zu Ende der 1890-er Jahre mit der Systematik der *Wissadula*-Gattung: nach SCHUMANN bildete sie 3, nach BAKER 4 Sektionen, von denen eine, *Wissada,* 2 Arten umfassend, dadurch charakterisiert sein sollte, dass die Karpiden nur eine Samenknospe aufweisen, doch aber die charakteristische quergehende verdickte Leiste auf der Innenseite jeder Karpidhälfte besitzt; *Euwissadula,* mit 9 Arten, ausgezeichnet durch 3-samige Karpiden und dieselbe Querleiste; endlich *Wissadulastrum* (nach BAKER *Wissadulastrum* und *Abutilastrum*) mit zwei Arten (oder je einer), charakterisiert durch gewöhnlich 3 Samen und durch eine vom Rücken des Karpids aus horizontal hineinragende, häutige Zunge, die den Karpidraum in zwei Fächer abteilt; diese Zunge ist jedoch längs den Seiten des Karpids frei, nicht mit der Wand verwachsen, so dass die beiden Fächer zwar scheinbar, nicht aber in Wirk-

lichkeit vollständig von einander getrennt sind, sondern längs den Seitenwänden kommunizieren.

Der nächste Beitrag zur Systematisierung der *Wissadula*-Gattung wurde von ROSE geliefert, der in neuen reichhaltigen Sammlungen aus Mexiko mehrere bemerkenswerte Repräsentanten der fraglichen Gattung fand, und der auch in Contr. U. S. Nat. Herb. 5 (1899) die Einteilung der Gattung behandelt hat. Er spricht sich nicht über SCHUMANN's drei Sektionen aus, dagegen über BAKER's *Abutilastrum*, und bildet ausserdem eine fünfte, die er *Bastardiastrum* nennt. Was die erstgenannte betrifft, so fasst er sie weiter als BAKER, die Begrenzung aber, die er ihr gibt, ist leider nicht recht klar ausgedrückt. Von *Abutilastrum* sagt er nämlich, dass »it is well named, but should be somewhat modified and enlarged so as to include also certain species which have more strikingly the habit and flowers of *Abutilon*. As I understand the section, it should include the following five species.» Hiernach zählt er folgende 6 Arten auf: *scabra* PRESL, *paniculata* ROSE, *acuminata* ROSE, *holosericea* (SCHEELE) GARCKE, *Pringlei* ROSE und *trilobata* (HEMSLEY) ROSE. Zu diesen fügt er später zwei, im Laufe des Jahres 1906 beschriebene Arten hinzu: *glandulosa* und *Lozani*. Die *Sect. Abutilastrum* sollte also nach diesem Verfasser 8 Arten umfassen.

Prüfen wir diese Arten näher, so werden wir finden, dass nur vier, *scabra*, *paniculata*, *Pringlei* und *Lozani*, mit einer zungenförmigen Scheidewand in den Karpiden versehen sind, wie sie oben als für *Abutilastrum* kennzeichnend beschrieben worden ist; die übrigen besitzen lediglich die für die Euwissadulen charakteristische Einschnürung.[1] Und doch lässt sich wohl kaum bestreiten, dass dem Vorhandensein einer so eigentümlichen Neubildung wie der zungenförmigen Scheidewand mindestens so grosse systematische Bedeutung beigelegt werden muss, dass Arten, die in dieser Hinsicht sich verschieden verhalten, nicht gut unter einer und derselben Sektion vereinigt werden können. Die *Abutilastrum*-Sektion scheint mir, bei der Begrenzung, die ROSE ihr gibt, auch nicht an Einheitlichkeit zu gewinnen, wenn man das habituelle Aussehen der darin enthaltenen Arten berücksichtigt. All dies hat zur Folge, dass ich ohne Bedenken aus derselben wenigstens die Arten aussondern zu müssen glaube, die Karpiden vom *Euwissadula*-Typus besitzen, in welch letztere Sektion sie dagegen besser hineinzupassen scheinen. Was ihren Platz innerhalb derselben betrifft, so werden wir uns unten näher darüber äussern. Als zur Sektion *Abutilastrum* gehörig bleiben demnach *Wissadula scabra*, *paniculata*, *Pringlei* und *Lozani* übrig.

Gehen wir zu der Sektion über, die von ROSE *Bastardiastrum* genannt wird, so charakterisiert er dieselbe mit folgenden Worten: »Carpels 3, rounded at apex; stamens cleft to the base; flowers violet.» Hierher rechnet er folgende vier Arten: *hirsutiflora* (PRESL) ROSE, *cincta* (BRAND.) ROSE, *tricarpellata* ROB. et GREENM. sowie *wissaduloides* (E. G. BAK.) ROSE. Es ist nicht zu bestreiten, dass die hierhergehörigen Arten ein Aussehen besitzen, das sehr von den höchststehenden, typischen Wissadulen abweicht. Doch werden sie mit diesen durch die Arten *gymnanthemum* (GRIS.) K. SCH.,

[1] Von *Wiss. glandulosa* habe ich jedoch keine Gelegenheit gehabt ein Exemplar zu prüfen, weshalb hier nichts über ihre Stellung gesagt werden kann (vgl. unten unter dieser Art).

decora Sp. Moore und *glechomatifolia* (St.-Hil.)[1] verknüpft; besonders sei auf die nicht geringe habituelle Ähnlichkeit zwischen der kleinblättrigen Form von *decora* und *cincta*, sowie zwischen gewissen Formen von *glechomatifolia* und *hirsutiflora* (im weiteren Umfange genommen; s. unten unter dieser Art) hingewiesen. Nun ist die Sache die, dass eben diese niedriger stehenden Euwissadulen eine entschiedene Tendenz zeigen, ihre Karpidanzahl zu reduzieren, so dass sie z. B. bei *gymnanthemum* zwischen 3 und 5 variiert, bei *decora* zwischen 3 und 4 und bei *glechomatifolia* ziemlich auf 3 fixiert zu sein scheint. Da ich ausserdem *W. tricarpellata* mit 4-zähligen Früchten gefunden habe, so scheint mir das Merkmal, das Rose der Dreizahl der Karpiden entnommen hat, an und für sich nicht als Sektionsmerkmal brauchbar zu sein. In der nach oben zu abgerundeten Form der Karpiden erblickt er auch eine wichtige Eigenschaft. Doch scheint mir nicht allzu grosses Gewicht diesem Umstande beigelegt werden zu dürfen, da sogar ein und dieselbe Art Verschiedenheiten in dieser Hinsicht aufweisen kann. Besonders sei hier hervorgehoben, dass das Typusexemplar zu *Wiss. hirsutiflora* selbst schwach zugespitzte Karpiden hat, und ebenso habe ich ein anderes, derselben Art zugehöriges Exemplar (Barcley's) mit deutlich, obwohl kurz apikulierten Karpiden gesehen.

Sect. Bastardiastrum soll auch dadurch gekennzeichnet sein, dass das Andrœcium bis zur Basis hinab gespalten ist, so dass keine Staubblattröhre entwickelt ist. Die Figur 16 auf Tafel 7 stellt indessen das Verhältnis bei *tricarpellata* dar und zeigt deutlich, dass so ganz ohne Staubblattröhre doch wenigstens diese Art nicht ist. Noch mehr reduziert ist sie allerdings bei den übrigen. Aus einem Vergleich zwischen Fig. 15 und 16 auf Tafel 7 geht jedoch meines Erachtens hervor, wie unnatürlich es ist, die Sektionseinteilung auf ein solches Merkmal zu gründen. Es sei auch hier daran erinnert, dass die Gattung *Wissadula* im grossen und ganzen durch schwach entwickelte Staubblattröhre ausgezeichnet ist; nur einige Arten, *holosericea* und nahestehende, weichen in dieser Hinsicht ab.

Ein wichtigeres Merkmal als die bisher angeführten scheint mir die Farbe der Blumenkrone zu sein, welche bei der Sektion *Bastardiastrum* violett, bei den übrigen Arten der Gattung dagegen gelb sein soll. Von Interesse ist jedoch, dass diejenige Art, *glechomatifolia*, die, wie wir gesehen, in anderen Hinsichten den *Bastardiastrum*-Arten am nächsten steht, auch in der Farbe der Blüte sich diesen anschliessen dürfte. Wenigstens gibt St.-Hilaire betreffs der Blüten der fraglichen Art an: »colore Pruni Armeniaci», wozu Schumann in Fl. bras. hinzufügt: »vel fusco-purpureo-violacea vel alba (in areis) rubro-striata». Doch wollen wir nicht unterlassen darauf hinzuweisen, dass St.-Hilaire — nach Schumann's Angabe in Mart., Flora bras. 12: 3, S. 381 — sein *Abutilon glechomatifolium* mit gelben Kronenblättern in direktem Widerstreit mit der Angabe im Texte abgebildet hat, so dass die Frage noch nicht als entschieden angesehen werden kann. Die leider nur gepressten Exemplare, die ich gesehen habe, besitzen weisse, blasse Blüten (infolge des Trocknens ?), und es fehlt an jeder Angabe über ihre natürliche Farbe. Schliesslich sei hier auch erwähnt, dass

[1] Diese Art ist bisher der Gattung *Abutilon* zugezählt worden, ist aber in Wirklichkeit eine typische *Euwissadula*.

einige gepresste Exemplare von *Wissadula periplocifolia* selbst, wie auch von einer neuen, zur *Wissada*-Sektion gehörigen Art weisse Blüten mit einem Stich ins Rosa oder Lila, die an der Basis ziemlich stark violett sind, besitzen.

Aus dem hier Angeführten dürfte zur Genüge hervorgehn, dass keines der bisher angezogenen Merkmale, worauf die *Sect. Bastardiastrum* gegründet worden ist, an und für sich zu einem solchen Verfahren berechtigt. Auch nicht zusammengenommen scheinen sie mir sektionsbildende Charaktere ausmachen zu können. Es scheint mir dagegen natürlicher, die *Bastardiastrum*-Arten als eine Fortsetzung und einen Abschluss der gleichförmigen Serie von Arten mit gezähnten Blättern aufzufassen, welche mit *gymnanthemum* oder *Grisebachii* n. sp. beginnt, und die über *decora* und *glechomatifolia* zu *cincta*, *hirsutiflora* und nahestehenden Arten hinführt. Mit den gewöhnlich als Typen der Gattung *Wissadula* angesehenen *periplocifolia* (L.) PRESL, *amplissima* (L.) R. E. FR. [= *hernandioides* (L'HÉRIT.) GARCKE], *hirsuta* PRESL und ihren nächsten Verwandten wird diese Serie auch ziemlich natürlich durch *nudiflora* L'HÉRIT., *macrantha* n. sp. und *conjungens* n. sp. (s. unten) verknüpft. Aus einer Prüfung des inneren Baues der Karpiden, worauf grosses Gewicht gelegt werden muss, geht jedoch hervor, dass alle diese Arten nach demselben Typus gebaut sind. Z. B. bei *tricarpellata*, wie auch bei den übrigen von ROSE zu *Bastardiastrum* gerechneten Arten, begegnen wir derselben Teilung der Karpiden in eine obere und eine untere Abteilung, wie sie MEDIKUS bereits für *periplocifolia* angab, eine Teilung, die durch eine etwas unterhalb der Mitte querverlaufende Einbuchtung, die auf der Innenseite der Blätter auch als ein erhabener Querwulst hervortritt, bewirkt ist, sowie derselben Samenstellung mit zwei kollateral gestellten Samenknospen in der oberen Abteilung, einer in der unteren. Nun kommt bei *hirsutiflora*, *tricarpellata*, *cincta* und *wissaduloides* der Umstand hinzu, dass diese untere Samenknospe sehr oft nicht zu einem Samen entwickelt wird; die beiden oberen gelangen dagegen gewöhnlich zur Reife, was zur Folge hat, dass beim Anschwellen dieser letzteren und besonders wegen des Stillstandes der Entwicklung des unteren Karpidraumes im Zusammenhang mit dem Fehlschlagen des Samens des letzteren dieser Raum bei dem gereiften Karpid oft äusserst klein ist und bisweilen nur bei genauerem Zusehn an der Karpidbasis wahrgenommen werden kann. Hierauf ist zurückzuführen, dass die hierhergehörigen Arten im allgemeinen zuerst unter anderen Gattungen als *Wissadula* beschrieben worden sind. Wenn der untere Samen sich entwickelt, bildet sich auch die untere Abteilung in dem Karpid aus, wobei der *Wissadula*-Bau desselben deutlich hervortritt.

Es scheint überhaupt, als wenn bei diesen eben genannten Arten ein beginnendes Verschwinden des unteren Samens und Karpidfaches stattfindet. Es wäre dies ein Umstand, der dem bei der Sektion *Wissada* gleicht, wo die typische Dreizahl der Samen auf einen reduziert ist, wobei es jedoch — im Gegensatz zu dem Verhältnis bei *hirsutiflora* und nahestehenden Arten — der untere Samen ist, der sich entwickelt hat, und die beiden oberen, die fehlgeschlagen sind, und zwar so vollständig, dass keine Spur mehr von ihnen makroskopisch entdeckt werden kann. Interessant wäre es zu sehen, ob eine entwicklungsgeschichtlich-embryologische Untersuchung einer *Wissada*-Art diesen hypothetischen Entwicklungsgang bestätigt. Denken lässt sich ja

indessen, dass das einsamige Karpid das ursprüngliche ist, doch scheint mir diese Erklärung weniger annehmbar als die andere.

Ausser den Sektionen der Gattung *Wissadula*, die bisher erwähnt und diskutiert worden sind, ist noch eine aufgestellt worden. In Ann. du Conserv. et du Jard. bot. de Genève 1902, S. 30 hat nämlich HOCHREUTINER eine *Wissadula gracilis* aus Mexiko beschrieben, über deren systematische Stellung er sich folgendermassen ausspricht: »Ce type est très distinct de toutes les autres espèces de Wissadula, tant à cause de ses deux semences par carpelles que par le fait de sa taille réduite et de ses fleurs solitaires. Ce dernier caractère même fait de notre espèce un membre assez aberrant du genre. Néanmoins, étant donné l'absence de calicule, le nombre des carpelles et leur forme, il nous semble que cette plante ne saurait être attribuée à un autre genre. Nous proposons donc de créer pour elle une section que nous appellerons *Singuliforæ* et qui serait opposée aux autres sections dont les fleurs sont paniculées ou en épis.»

Leider ist es mir nicht gelungen, ein Exemplar von dieser Pflanze zu sehn, dem ungeachtet aber trage ich kein Bedenken, die von HOCHREUTINER auf sie gegründete Sektion einzuziehen. Aus dem bereits Gesagten dürfte hervorgegangen sein, dass der bei *W. gracilis* etwas (auf zwei) reduzierten Anzahl Samen in den Karpiden kein grösseres Gewicht beigemessen werden darf, ebensowenig wie die geringere Grösse der Pflanze als ein Sektionsmerkmal angesehen werden kann.[1] Dies tut ja auch nicht HOCHREUTINER, wohingegen er auf die einzeln stehenden axillären Blüten ein besonderes Gewicht legt und aus diesem Grunde die Art *gracilis* allen übrigen gegenüberstellt. Nun liegt indessen die Sache so, dass axilläre Blüten keineswegs ungewöhnlich bei der *Wissadula*-Gattung sind. Nicht genug, dass gewisse Arten, wie *glechomatifolia*, eine Varietät von *periplocifolia* (s. Taf. 1 Fig. 4), sowie besonders *Bastardiastrum*- und *Abutilastrum*-Arten normalerweise diesen Blütenstand haben, sondern jede Art innerhalb der Gattung beginnt gewöhnlich ihr Blühen mit axillären Blüten, um, wenn die Entwicklung fortgehen kann, eine Panicula hervorzubringen. Alles spricht dafür, dass *W. gracilis* eine *Euwissadula* ist, und dass sie unter diesen ihren Platz in der Nähe von *hirsutiflora* oder verwandten Arten erhalten muss.

Fassen wir nun zusammen, was bisher über die systematische Einteilung der *Wissadula*-Gattung angeführt worden ist, so ergibt sich Folgendes. Bisher sind folgende Sektionen aufgestellt worden: *Euwissadula*, *Wissada*, *Wissadulastrum*, *Abutilastrum*, *Bastardiastrum* und *Singuliforæ*. Von diesen sind meiner Auffassung nach die beiden letztgenannten einzuziehen und mit *Euwissadula* zu vereinigen, wodurch die Anzahl der Sektionen auf vier reduziert wird. Die Sektionen *Wissadulastrum* und *Abutilastrum* haben das gemeinsam, dass die Teilung der Karpidräume durch eine von der Rückwand aus hineinragende freie Zunge bewirkt ist, während sie bei den übrigen Sektionen das Resultat eines querstehenden inneren Wulstes und einer Einschnürung der Karpiden ist. Die ersteren werden auch von SCHUMANN zu einer einzigen Sektion vereinigt, von ihm *Wissadulastrum* genannt, die also, nach der

[1] Von grosser Wichtigkeit wäre es dagegen, wenn sich nur zwei Samenknospen in jedem Karpid angelegt fänden.

BAKER'schen Aufstellung, sowohl der Sektion *Abutilastrum* als *Wissadulastrum* bei diesem entspricht.

Es ist bereits darauf hingewiesen worden, dass BAKER nicht genügend klar und deutlich die Verschiedenheiten zwischen diesen seinen beiden Sektionen dargelegt hat. Und doch sind in der Tat wichtige und leicht zu beobachtende Unterschiede vorhanden. Vergleichen wir nämlich die beiden Arten *spicata* und *scabra*, von denen die erstere — nach BAKER — Repräsentant für *Wissadulastrum*, die letztere für *Abutilastrum* ist, mit einander, so fällt leicht die verschiedene Fruchtform in die Augen [siehe hierbei die schematische Figuren 25 und 27 auf Tafel 7]. Während die Frucht der erstgenannten Art die Form eines umgekehrten Kegels hat, also unten spitz und oben etwas erweitert ist, ist die der anderen dagegen eher kurz zylindrisch, mit im grossen und ganzen parallelen Aussenseiten. Diese Verschiedenheit steht in intimem Zusammenhang mit einer verschiedenen Samenstellung. In dem *spicata*-Karpid wird, wie gewöhnlich bei *Wissadula*, das untere Fach von einem einzigen Samen eingenommen, das obere dagegen von zweien, die kollateral befestigt sind. So kommt es, dass die Samen in zwei Stockwerken innerhalb der Frucht in ihrer Gesamtheit sitzen, deren oberes doppelt so viel Samen enthält als das untere; teilweise hierdurch erhält die umgekehrt kegelförmige, nach oben zu stark erweiterte Fruchtform ihre Erklärung. Untersuchen wir dagegen ein Karpid von *scabra*,[1] so finden wir, dass auch hier das untere Fach einen Samen und das obere zwei beherbergt, dass aber, im Gegensatz zu dem Verhältnis bei *spicata*, hier der eine Samen über dem anderen liegt. Dies beruht darauf, dass die Samen nicht wie bei *spicata* (wie auch innerhalb der ganzen Sektion *Euwissadula*) in derselben Höhe neben einander befestigt sind, sondern über einander, wenn auch mit kaum merkbaren Zwischenräumen. Bei *scabra* erhalten wir demnach eine Frucht, bei der die Samen in drei Stockwerken rangiert sind, gleich viele in jedem; hierdurch können auch alle Stockwerke ungefähr denselben Umfang erhalten.

In den Sammlungen, die ich durchgesehen habe, habe ich insgesamt 9 Arten gefunden, welche die für *spicata* und *scabra* charakteristische zungenförmige Scheidewand in den Karpiden entwickelt haben; von diesen hat es sich bei 4 gezeigt, dass sie die gleiche Samenstellung wie bei *spicata* besitzen, bei 5 die gleiche wie bei *scabra*. Die vier erstgenannten (*spicata*, *Pringlei*, *Lozani* sowie eine unbeschriebene Art) haben auch alle die umgekehrt kegelförmige Form besessen, wie sie für *spicata* charakteristisch ist, bei der letztgenannten allerdings noch wenig ausgeprägt, weil nur sehr unreife Früchte vorhanden waren. Die fünf [*scabra*, *paniculata* ROSE, *callimorpha* (HOCHR.) HASSL., sowie zwei neue Arten], welche die zweite Gruppe bildeten, haben alle ziemlich schön zylindrische Früchte besessen.

Auf diese Charaktere ist meines Erachtens mit vollem Fug wenigstens eine Sektionseinteilung zu gründen, weshalb ich mich BAKER's Teilung von SCHUMANN's

[1] In seiner Beschreibung von *Wiss. scabra* erwähnt PRESL nichts von der gegenseitigen Stellung der beiden oberen Samen. An der Abbildung ganzer Karpiden ist eine Zusammenziehung an der Mitte des oberen Raumes zu sehen, die darauf hindeutet, dass die Samen über einander sitzen. In einem eröffneten Karpid hat er sie jedoch unrichtigerweise kollateral abgebildet.

Wissadulastrum in zwei Gruppen, *Wissadulastrum* und *Abutilastrum*, anschliesse. Dies um so mehr, als dazu die Tatsache hinzugefügt werden kann, dass bei den *Wissadulastrum*-Arten die Anzahl der Karpiden auf 5 fixiert ist, während die anderen alle durch eine grössere Anzahl ausgezeichnet sind, und da ferner hinzukommt, dass diese Gruppen auch habituell recht natürlich erscheinen. Dies ist besonders mit *Abutilastrum* der Fall, was aus einem Vergleich zwischen den unten gelieferten Beschreibungen der dahingehörigen Arten hervorgehen dürfte. Weniger natürlich erscheint allerdings die *Wissadulastrum*-Sektion, indem die dazu gestellte *spicata* — infolge ihrer eigentümlichen Blattform und Blütenstellung — ein ziemlich fremdartiges Äusseres darbietet. Doch wäre das immer der Fall, wo sie auch innerhalb der ganzen Gattung placiert würde, und es sieht in der Tat am ehesten so aus, als wenn sie immer noch am besten auf den Platz hinpasste, den sie auf Grund des angestellten Räsonnements erhalten muss; wenn sie nämlich in vegetativer Hinsicht Berührungspunkte mit einer Art der Gattung besitzt, so wäre dies wohl mit *Pringlei*.

Das Resultat der bisherigen Überlegungen ist also das, dass die Gattung *Wissadula* — in dem Umfange, wie sie bisher genommen worden ist — zweckmässigerweise in 4 Unterabteilungen zu zerlegen ist: *Wissadulastrum* mit 4 Arten, *Abutilastrum* mit 5, *Wissada* mit 2[1] und *Euwissadula* mit allen übrigen. Diese Gruppen können ja bis auf weiteres die Bezeichnung Sektionen erhalten, es erübrigt aber noch zu entscheiden, ob sie einander gleichwertig sind. Es ist dabei vielleicht am besten, mit ein paar Worten noch einmal an die sie trennenden Eigenschaften zu erinnern. Die Sektion *Wissada* zeichnet sich gegenüber den übrigen durch das Vorkommen einer einzigen Samenknospe aus, stimmt aber mit *Euwissadula* in der unvollständigen Teilung des Karpidraumes in zwei Abteilungen mittelst eines transversalen Wulstes an jeder Karpidhälfte überein. *Euwissadula* gleicht *Abutilastrum* und *Wissadulastrum* in dem Vorkommen dreier Samenknospen (von denen eine oder zwei mehr ausnahmsweise fehlschlagen können), unterscheidet sich aber von ihnen durch die Art der Fächerung der Karpiden; wie bei *Wissadulastrum* sind bei ihr die beiden oberen Samen kollateral gestellt, hierin von *Abutilastrum* abweichend. *Abutilastrum* und *Wissadulastrum* stehen zusammen im Gegensatz zu den beiden anderen, unterscheiden sich aber, wie eben erwähnt, in der Samenstellung und Fruchtform von einander.

Welcher Wert ist nun diesen Eigenschaften beizumessen? Was da zunächst die Einsamigkeit von *Wissada* anlangt, so ist sie ja, wie oben betont, leicht aus einem vollständigen Fehlschlagen der beiden oberen Samen bei *Euwissadula* zu erklären. Sie braucht nicht diese Gruppen besonders weit von einander zu stellen; für einen intimeren Zusammenhang spricht eine schlagende Übereinstimmung zwischen den beiden Arten von *Wissada* und den typischsten Euwissadulen *periplocifolia* und *amplissima* sowohl in den vegetativen wie in den floralen Teilen — mit einziger Ausnahme

[1] Hierher soll nämlich die Art, *divergens*, gehören, auf welche SCHUMANN die Sektion gründet, sowie eine zweite *Balansæ*. Wie unten gezeigt werden wird, gehört diese letztere nicht der Sektion *Wissada* an, wohingegen eine andere neue Art, *Fadyenii*, hinzukommt, sodass die Artenanzahl doch noch zwei bleibt.

der Samenanzahl — wobei besonders auf den noch bei den Wissaden vorkommenden Querwulst an der Karpidwand hingewiesen sei.

Die Stellung der Samen in den Karpden scheint mir dagegen die Gruppen schärfer zu trennen, so dass *Abutilastrum* — infolge seiner uniserialen Samenstellung — sich etwas mehr abseits stellt. Doch dürfte noch sehr unklar sein, welche systematische Bedeutung der Eigenschaft, kollaterale oder uniseriale Samen zu besitzen, beizulegen ist. Bei der nahestehenden Gattung *Abutilon* ist die letztere Samenstellung typisch, bei ein paar Arten (*thyrsodendron* GRIS., *Itatiaiæ* R. E. FR. u. a.) kommt jedoch gerade die typische *Euwissadula*-Stellung vor, und doch stimmen diese Arten so in allem mit *Abutilon* überein, dass meines Erachtens niemand daran denken kann, sie auf Grund dieses Umstandes von ihr abzusondern. Vieles scheint dafür zu sprechen, dass Karpiden mit vielen, längs den beiden an einander stossenden Fruchtblatträndern befestigten Samen das Ursprüngliche in der Familie *Malvaceæ* gewesen sind, sowie dass die Anzahl dann bei einigen sich vermindert und bei gewissen Gattungen auf 3, bei anderen auf 2 oder 1 fixiert hat. Bei *Euwissadula* haben sich dabei zwei Samenknospen in derselben Höhe an je ihrem Fruchtblattrande, sowie ausserdem eine gleich unterhalb derselben placierte erhalten, wodurch die oberen Samen auch als ausgewachsene seitenständig werden; bei *Abutilastrum* sind zwei obere, schräg einander gegenüber befestigte Samenknospen erhalten geblieben, was eine uniseriale Samenstellung zur Folge gehabt hat. Dass diese Modifikationen im Entwicklungsgange eine deutliche Teilung in Sektionen oder Untergattungen bedingen können, erscheint mir plausibel, aber auch kaum mehr.

Es erübrigt demnach schliesslich die Beurteilung der verschiedenen Art und Weise, wie die Teilung des Karpidraumes realisiert worden ist, in welcher Hinsicht *Wissada* und *Euwissadula* den Sektionen *Abutilastrum* und *Wissadulastrum* gegenüberstehen. Diese Verschiedenheit ist bei näherer Überlegung so gross, dass ein Übergang von dem einen Typus zum anderen schwierig erscheint, da Anknüpfungspunkte zwischen ihnen gegenwärtig nicht bekannt sind. Es scheint mir, als wenn in diesem verschiedenen Bautypus mehr läge als in den zuvor behandelten Verschiedenheiten. Denn es lässt sich wohl kaum ableugnen, dass einer vollständigen Neubildung eines so charakteristischen und eigentümlichen Organs wie der Zunge in den Karpiden gewisser Arten ein nicht geringes Gewicht beigemessen werden muss. Dass diese Eigenschaft bisher so übersehen oder unterschätzt worden ist, scheint auf dem Umstande zu beruhen, dass man sich mehr an die Tatsache, dass die Karpiden nach den beiden Bautypen sich in zwei Fächer geteilt haben, als an die Art und Weise gehalten hat, wie diese Teilung geschehen ist. Für systematische Schlüsse ist jedoch das letztere das Entscheidende.

Die Folge der Auffassung, die in dem Angeführten zum Ausdruck gekommen ist, ist daher die, dass zwischen den Gruppen *Wissada* und *Euwissadula* einerseits und *Abutilastrum* und *Wissadulastrum* andererseits eine grössere Kluft existiert als zwischen diesen einzeln für sich. Wenn daher diese vier Gruppen als Sektionen oder Untergattungen bezeichnet werden — und es gibt nichts, was dagegen spräche — so müssen je zwei als systematische Einheiten höheren Ranges zusammengefasst werden, in

solchem Fall natürlich als Gattungen oder, wenn die Gruppen als Sektionen betrachtet werden, möglicherweise nur als Untergattungen. Ausschlaggebend ist dann der Grad systematischen Wertes — wenn dieser Ausdruck erlaubt ist — der den Unterscheidungsmerkmalen innewohnt, wobei auch möglicherweise Analogien von anderen Gattungen her einen Anhalt geben könnten. Was das erstere betrifft, so trage ich für meinen Teil kein Bedenken, in der tiefgehenden Verschiedenheit, die innerhalb eines für die Systematik der Malvaceen so wichtigen Organs wie der Frucht vorhanden ist, ein Gattungsmerkmal zu sehen, und was das letztere anlangt, so existiert in der Tat wenigstens ein sehr lehrreicher analoger Fall. Die von SCHUMANN (in Fl. bras. 12: 3, S. 276) aufgestellte Gattung *Modiolastrum* verhält sich nämlich zu dem wohlbekannten *Malvastrum* genau auf dieselbe Weise wie *Abutilastrum* und *Wissadulastrum* zu *Euwissadula*. Bei beiden sind die Karpiden einsamig, bei *Malvastrum* einräumig, wohingegen sie bei *Modiolastrum* durch eine von der Rückenseite aus hineinragende freie Zunge in zwei Fächer geteilt wird, das untere Fach einsamig, das obere hier leer. Ein anderer nennenswerter Unterschied konnte nicht aufgefunden werden, und doch hat SCHUMANN — meines Erachtens mit vollem Recht — keinen Anstand genommen, die neue Gattung auf diese neue Eigenschaft bei den Karpiden hin aufzustellen. Noch andere analoge Fälle liessen sich wohl heranziehen, dieser dürfte aber genügen.

Wenn wir demnach die innerhalb der alten Gattung *Wissadula* vorkommende Verschiedenheit in der Teilung des Karpidraumes als einen hinreichenden Gattungsunterschied betrachten, ist die Folge davon die, dass die fragliche Gattung in zwei zerspalten werden muss. Die eine, die überwiegende Anzahl Arten und darunter die älteste Art *periplocifolia* umfassend und charakterisiert, wie MEDIKUS es ursprünglich tat, muss dann zweckmässigerweise den Namen **Wissadula** MED. beibehalten. Die andere muss dagegen einen neuen erhalten, und wollen wir hier als solchen den Namen **Pseudabutilon** R. E. FR. vorschlagen, damit ihren Platz auch in der Nähe der Gattung *Abutilon* andeutend, von welcher sie auch hauptsächlich sich durch die zungenförmige Scheidewand in den Karpidräumen unterscheidet. *Wissadula* umfasst dann bei dieser neuen Begrenzung die beiden Sektionen *Euwissadula* und *Wissada*, *Pseudabutilon* besteht seinerseits aus den Gruppen *Wissadulastrum* und *Abutilastrum*. Da nun die Charaktere, welche die beiden ersteren Gruppen unterscheiden, wie ich oben motiviert habe, unzweifelhaft nicht von so grosser systematischer Bedeutung sind wie diejenigen, welche *Wissadulastrum* und *Abutilastrum* unterscheiden, scheint es mir am zweckmässigsten und natürlichsten, den ersteren den Rang von Sektionen, den letzteren von Untergattungen zu erteilen.

Der Platz der beiden Gattungen innerhalb der Familie ist ganz natürlich in der Nähe der Gattung *Abutilon*, von der sie als herstammend angesehen werden müssen. Ob beide einen von Anfang an gemeinsamen Ursprung besitzen, oder ob eine jede für sich entstanden ist, darüber kann ich mich gegenwärtig nicht äussern, bei unserer geringen Kenntnis von dem Wert und der Ursprünglichkeit der auszeichnenden Charaktere. Nicht undenkbar ist sogar, dass die beiden Untergattungen von *Pseudabutilon* schon von Anfang an getrennt gewesen sind oder sehr früh sich von einander getrennt haben. Ich will daher nicht die Möglichkeit bestreiten, dass eine übrigens sehr not-

wendige Revision der Systematik der ganzen Familie *Malvaceæ* einmal Modifikationen in der Gattungsaufstellung, wie sie hier geliefert worden ist, notwendig machen wird — besonders denke ich dabei an eine weitere Spaltung der neuen Gattung. Doch scheint mir die hier gegebene Gattungsbegrenzung am besten den jetzt herrschenden Prinzipien in der Systematik der Familie im übrigen zu entsprechen.

Über die Artbegrenzung und die artunterscheidenden Merkmale.

Die Anzahl der zu der im engeren Sinne genommenen Gattung *Wissadula* gehörenden Arten beträgt nach meinen Untersuchungen 32, die der zu *Pseudabutilon* gehörigen 9.[1] Auch bei der engeren Begrenzung, die hier der ersteren gegeben wird, weist sie demnach eine Artenanzahl auf, die nicht wenig die bisher geltende übersteigt. Da dies zu einem recht grossen Teil seine Erklärung durch die strengere Artbegrenzung, die ich vornehmen zu müssen geglaubt habe, erhält, so kann ich es nicht unterlassen, hier mit einigen Worten diese Sache zu erklären.

Bei seiner Behandlung der Gattung *Wissadula* lässt sich GARCKE (l. c. p. 120) folgendermassen aus: »Die Abgrenzung mancher Arten ist in dieser Gattung ausserordentlich schwierig, häufig sind die unbedeutendsten Merkmale, bisweilen sogar nur Alterszustände oder Verkümmerungen zur Aufstellung von Arten benutzt worden, woher es denn kommt, dass einige Species eine reiche Synonymie besitzen. Da der Fruchtbau bei allen Arten übereinstimmt, so hat man hin und wieder in der längeren oder kürzeren Schnäbelung oder Zuspitzung der Klappen Unterschiede finden wollen, obgleich dieselbe oft an ein und demselben Exemplar variiert. Aehnlich verhält es sich mit der Form der Blätter, welche, da sie fast alle ganzrandig oder nur sehr fein gezähnelt sind, ohnehin wenig Anhalt zur Unterscheidung bieten; wichtiger und beachtenswerter ist bei ihnen das Verhältniss der Länge zur Breite.»

Was die Schwierigkeit der Artenabgrenzung betrifft, so kann ich aus eigener Erfahrung den diesbezüglichen Ausspruch GARCKE's bestätigen, im Gegensatz zu ihm aber habe ich gefunden, dass gerade mehrere der von ihm verachteten Charaktere die besten und sicherst entscheidenden Faktoren bei der Artenabgrenzung sind. Auf Tafel 6 und dem grössten Teil der Tafel 7 sind Früchte und Karpiden abgebildet. Ein Blick auf sie wird zeigen, dass diese keineswegs so einheitlich gebaut sind, wie GARCKE sich das vorgestellt hat, und es ist selbstverständlich, dass wichtige Charaktere denselben müssen entnommen werden können. Ich übergehe den Umstand, dass gerade auf den Fruchtbau die Gattungs- und Sektionseinteilung gegründet ist, und will mich hier nur darauf beschränken, auf ein paar bezeichnende Fälle hinzuweisen, wo die Form der Frucht, ihre Grösse und im besonderen die grössere oder geringere Länge der Granne als Artmerkmale gebraucht werden können.

[1] Hierzu kommen 5 Arten, die noch allzu wenig bekannt sind, um auch nur sicher der einen oder anderen Gattung zugewiesen werden zu können.

Sowohl GARCKE als auch SCHUMANN, BAKER u. a. führen eine *Wissadula divergens* (BENTH.) BENTH. et HOOK. f. (eine *Wissada*-Art) mit Verbreitung auf den Antillen sowie in Ekuador an. Das Material, das mir von dieser Art zur Verfügung gestanden, wies zwei Fruchttypen auf, den einen mit längeren, 3—4 mm langen Schnäbeln an den Karpiden, den anderen mit ganz kurz, nur c:a 1/2 mm lang gespitzten Karpden (vgl. Fig. 1 und 2 auf Tafel 6). Übergangsformen zwischen ihnen habe ich nicht gefunden. Alle Exemplare, welche den erstgenannten Typus besassen, stammten von Ekuador her, alle mit dem letzteren von Westindien und dem Küstenlande am karibischen Meere. Dass demnach *Wissadula divergens* aus zwei geographisch wohl begrenzten und eben an der Fruchtform leicht erkennbaren Arten besteht, dürfte klar sein, was auch dadurch bestätigt wird, dass die verschiedenen Karpidtypen immer mit einem bestimmten Blatttypus kombiniert sind, was gleichfalls bisher übersehen worden ist.

Als ein zweites Beispiel sei die von GARCKE und von SCHUMANN in Fl. bras. aufgeführte *Wissadula hernandioides* angeführt, die in Wirklichkeit eine aus mehreren bestehende Sammelart darstellt. Aus den an letzterer Stelle angeführten Sammler-Nummern kann man sich ziemlich leicht eine Auffassung von der weiten Begrenzung bilden, in welcher die genannte Art bisher genommen worden ist. In den Figuren 12—14, 23, 24 und 27 auf Tafel 6 habe ich Früchte von den Arten abgebildet, die meines Erachtens innerhalb dieser unterschieden werden können, nämlich *parviflora*, *contracta*, *subpeltata* sowie zwei Formen von *hernandioides* (oder *amplissima*, wie diese richtiger heissen muss). *Wissadula parviflora* besitzt, wie aus Fig. 23 zu ersehen ist, gewaltige, lang geschnäbelte Früchte, die ausserdem nur unbedeutend an Grösse variieren; alle Exemplare mit derartigen ansehnlichen Früchten, die ich gesehen, stammten aus einem sehr begrenzten Gebiet in den brasilianischen Provinzen Minas Geraës, São Paulo und Paraná, und alle waren ausserdem durch eine Reihe anderer Charaktere bezüglich Blatt- und Nebenblattform, Behaarung usw. ausgezeichnet, worauf hier einzugehn zu weit führen würde. Fig. 24 zeigt eine Frucht von *Wiss. contracta*, eine Art, deren Früchte ein etwas grösseres Variationsvermögen besitzen (s. unten unter dieser Art), die aber immer durch eine schwache Entwicklung der falschen Scheidewand in den Karpiden charakterisiert sind; dieser Typus besitzt eine Verbreitung über das ganze östliche tropische Amerika, wie aus der Karte (Taf. 10) hervorgeht. Ziemlich kugelrunde, kurz apikulierte, mittelgrosse Karpiden mit sehr stark entwickelter falscher Scheidewand besitzt die über das zentrale und südliche Brasilien sowie Paraguay verbreitete Art *subpeltata* [Taf. 6, Fig. 27], bei welcher diese Fruchtform stets mit anderen Eigenschaften der Blattform, Behaarung usw. kombiniert ist. Bei diesen drei Arten, die meines Erachtens aus GARCKE's *hernandioides* auszusondern sind, besitzen die Früchte nur ein unbedeutendes (bei *contracta* etwas grösseres) Variationsvermögen. Ein grösseres treffen wir dagegen bei der eigentlichen *hernandioides* (oder *amplissima*) an, bei welcher in Wirklichkeit zwei verschiedene Fruchttypen unterschieden werden können [ein kleinerer, ziemlich kugelrunder und kurzgeschnäbelter (Taf. 6, Fig. 12), sowie ein grösserer, umgekehrt kegelförmiger und länger geschnäbelter (Taf. 6, Fig. 13—14)]; auf

diese und andere ziemlich konstant damit verbundene Charaktere lassen sich zwei Varietäten gründen, eine zentral- und nördlich-südamerikanische und eine afrikanische.

Diese Beispiele dürften hinreichend die systematische Bedeutung erkennen lassen, die der Frucht beizumessen ist, im Gegensatz zu der Ansicht GARCKE's. Aus dem Angeführten ergibt sich aber auch die Tatsache, dass die Früchte bei gewissen Arten ein geringes bei anderen ein grösseres Variationsvermögen besitzen. Es ist indessen unrichtig, aus diesem Grunde die Arten zusammenzuschlagen, unter der Erklärung, dass sie in einander übergehen. Ein genaueres Studium zeigt nämlich, dass Intervalle zwischen den Arten vorhanden sind, die nicht ausgefüllt werden, wie auch eine eingehendere Prüfung ergibt, dass die Fruchtformen stets von wichtigen Charakteren bei anderen Organen begleitet zu sein pflegen, sowie dass diese kleineren Arten auch geographisch wohlbegrenzt sind. So kommt — um noch ein Beispiel heranzuziehen — innerhalb des argentinischen, bolivianischen und paraguayschen Chacogebiets eine *Wissadula*-Art vor, die ich als neu (*densiflora*) aufstellen zu müssen geglaubt habe, und die bisher gewöhnlich mit *hernandioides* vereinigt worden ist. Ein Vergleich zwischen den Habitusbildern auf den Tafeln 3 und 4 von dieser Art und von *parviflora* sowie zwischen den Abbildungen der Früchte dieser beiden Arten auf Tafel 6 (Fig. 17 und 23) dürfte zur Genüge die augenfälligen Verschiedenheiten derselben erkennen lassen; wenn man ausserdem die verschiedenen geographischen Verbreitungsgebiete dieser beiden Arten (s. die Karte) in Betracht zieht, scheint die Notwendigkeit ihrer Sonderung unzweifelhaft. Und doch sind beide bisher mit vielem Anderem unter einer Art vereinigt worden! Sicherlich würde niemand auf diesen Gedanken gekommen sein, wenn die fraglichen Pflanzen der wohlbekannten europäischen Flora angehörten.

Von fast ebenso grossem Gewicht und praktischer Bedeutung für die Artunterscheidung ist die Behaarung. Keine einzige Art entbehrt einer solchen, ja, fast jeder Teil der Sprosse ist auf die eine oder andere Weise behaart; sogar die basalen Ränder der Kronenblätter und der Staubblattröhre sind gewöhnlich mit Haaren versehen. Innerhalb der Gattung kommen auch eine Menge verschiedener Trichomformen vor, unverzweigte, teils einzellige, teils mehrzellige, abstehende oder angedrückte Haare, Borsten, sezernierende Glandelhaare, sitzende oder sogar gestielte Sternhaare u. s. w. Diese Trichomtypen können verschieden auf die verschiedenen Teile der Pflanze verteilt sein, und aus dieser Verteilung können wir in vielen Fällen Schlüsse betreffs der Artenabgrenzung ziehen. Im speziellen Teil werden zahlreiche Beispiele hierfür mitgeteilt werden; ein paar seien jedoch schon hier in Kürze erwähnt, um die systematische Bedeutung des Induments zu beleuchten.

Oben wurde eine Art der Gattung *Wissadula* erwähnt, *subpeltata*, die von SCHUMANN mit *hernandioides* vereinigt wird, die aber bereits wegen der Fruchtform von dieser fernzuhalten ist. Zu den oben angeführten Unterscheidungsmerkmalen kann das Vorkommen kleiner, schräge aufwärtsgerichteter, steifer Borsten an Blütenstiel und Kelch hinzugefügt werden. Solche fehlen nicht nur bei allen den übrigen Arten, welche GARCKE's und SCHUMANN's *hernandioides* zusammensetzen, sondern auch bei allen *Wissadula*- und *Pseudabutilon*-Arten bis auf eine Ausnahme. Die wohlbekannte, schon von PRESL unterschiedene *Wiss. hirsuta* besitzt solche. Nun ähneln in der Tat

subpeltata und *hirsuta* einander auch in anderen Hinsichten — besonders sei auf die kugelrunde Frucht von Mittelgrösse mit kräftig entwickelten falschen Scheidewänden hingewiesen — und bilden aus diesen Gründen, wenn man so will, eine kleine freistehende Gruppe innerhalb der Gattung. Bei *hirsuta* kommt jedoch noch eine neue Art von Trichombildungen hinzu, nämlich lange, abstehende, einfache, einzellige Haare an Sprossachsen und Blattstielen, welche völlig bei *subpeltata* fehlen. Dieser Unterschied in der Behaarung kann meines Erachtens zur Begründung der Arten dienen; Übergänge zwischen den beiden Typen fehlen nämlich. Diese Auffassung findet auch in einem konstanten, wenn auch kleinen Detailunterschied in der Karpidform ihre Bestätigung; *hirsuta* hat nämlich stets einen Karpidschnabel von 1—1,5 mm Länge, während dieser bei *subpeltata* nur c:a 1/2 mm misst. Diese Verschiedenheiten in der Behaarung und in den Dimensionen des Fruchtschnabels können ja bei flüchtigem Hinsehn unbedeutend und als Artmerkmale wenig brauchbar erscheinen, doch sei darauf hingewiesen, dass die beiden hauptsächlich durch diese Charaktere sich von einander unterscheidenden Arten auch durch verschiedene Verbreitungsgebiete ausgezeichnet sind. Die eine, *subpeltata*, besitzt ein hauptsächlich paraguaysches, zentral- und südbrasilianisches Vorkommen, die andere dagegen eine entschieden mehr östliche und nördliche Verbreitung, und nur an einer Stelle, bei Rio de Janeiro, berühren diese Gebiete einander.

In den zentralen argentinischen Provinzen Catamarca und Córdoba kommt *Wiss. gymnanthemum* vor, eine Art mit gezähnten Blättern und reduzierter Anzahl Karpiden. Eine dieser sehr nahestehende Art, *decora*, ist über das südliche Matto Grosso und angrenzende Teile von Paraguay verbreitet, also zwei kleine, aber scharf von einander geschiedene Verbreitungsgebiete. In gewöhnlichen Fällen sind diese ziemlich leicht von einander zu unterscheiden, unter gewissen äusseren Verhältnissen werden aber Formen hervorgebracht, die recht schwer auseinanderzuhalten sind. Doch habe ich gefunden, dass bei der ersteren die Blattoberseiten mit mehr oder weniger dichtstehenden, aber einfachen Haaren versehen sind, bei der anderen dagegen stets mit Sternhaaren.

Wenn diese angeführten Beispiele zeigen, dass verschiedene Arten von Haaren in systematischer Hinsicht durchaus verwertbar sind, so muss man sich doch hüten, die gleiche Verwertbarkeit für eine grössere oder geringere Dichtigkeit der Behaarung in Anspruch nehmen zu wollen. In gewissen Fällen kann dies zwar berechtigt sein, hier scheinen aber äussere Verhältnisse, wie so oft, mitzuspielen und ziemlich weitgehende Verschiedenheiten hervorzubringen.

Es würde uns zu weit führen, hier näher auf alle die übrigen Eigenschaften einzugehn, auf welche die Artabgrenzung innerhalb der beiden hier fraglichen Gattungen gegründet werden könnte. Nur noch einige Andeutungen seien in Kürze gemacht. Aus dem Aussehn des Stamms und der Wurzel lassen sich wenige Schlüsse ziehen; die Arten sind nämlich im allgemeinen Sträucher oder Halbsträucher, die an Grösse im ganzen genommen wenig von einander divergieren. Ob auch reine Kräuter vorkommen, dürfte ungewiss sein, obwohl es manchmal in den Beschreibungen angegeben wird; das gepresste Material besteht nämlich meistens nur aus Sprossteilen,

nicht selten ganz unverholzten, aus denen man jedoch keineswegs auf die Konsistenz der unteren Teile des Stammes schliessen kann. Der Stamm ist fast ausnahmslos aufrecht; nur *W. glechomatifolia* besitzt, soviel ich weiss, niederliegende oder mehr oder weniger aufsteigende Sprosse. Diese Art zeichnet sich auch durch den niedrigsten Wuchs innerhalb der Gattung aus, indem sie nur eine Höhe von 1—2 dm erreicht; niederliegende Sprosse können bisweilen jedoch bis doppelt so lang werden. Von diesem Minimum an variieren dann die Arten der Gattungen bis hinauf zu ungefähr 3 Meter, welche Höhe von *Wiss. subpeltata* und *excelsior* erreicht werden soll. Im allgemeinen messen jedoch die Arten c:a 1—1,5—2 m. Da ausserden in den Sammlungen nur Sprossstücke vorzukommen pflegen, und da nach den vorliegenden Angaben die einzelnen Arten recht sehr an Grösse variieren, so kommt dem Stamm nur geringe praktische Bedeutung bei der Artunterscheidung zu.

Wichtiger sind dagegen in dieser Hinsicht die Blätter, die mehr verschiedene Typen aufweisen. Dem Vorkommen einer abgestumpften, runden oder mehr oder weniger herzförmig eingebuchteten Blattbasis, der grösseren oder geringeren Länge der Blattspitze sowie besonders dem Aussehn des Blattrandes können gute Charaktere entnommen werden. Auf das Vorkommen eines ganzrandigen oder gezähntes Blattrandes kann z. B. eine geeignete praktische Haupteinteilung der Euwissadulen gegründet werden, wobei jedoch zu beachten ist, dass gewisse Arten mit ganzrandigen Blättern ausnahmsweise mit mehr oder weniger gebuchteten oder gezähnten Blatträndern auftreten können. Am gewöhnlichsten ist dies der Fall bei *Wiss. nudiflora,* aber auch bei *amplissima*, *subpeltata* und *divergens* habe ich diese Abweichung beobachtet, gewöhnlich an Primordialblättern an jungen Pflanzen oder an Blättern, die an Jugendsprossen sitzen, welche von älteren Stammteilen hervorgebracht sind. Die Gattung *Pseudabutilon* ist einheitlicher in dieser Hinsicht, indem alle Arten auf die eine oder andere Weise gezähnten Blattrand besitzen.

Form und Grösse der Infloreszenzen wie auch die Länge der Blütenstiele liefern gleichfalls systematisch wichtige Charaktere. Es sei hier jedoch daran erinnert, dass eine scharfe Grenze zwischen axillären und in deutlich abgesetzter Rispe gesammelten Blüten gewöhnlich nicht vorhanden ist, indem bei vielen Arten ersteres nur ein Stadium ist, welches dem letzteren vorhergeht. Was den Kelch betrifft, so ist es hauptsächlich die Form der Kelchzipfel, die Artkennzeichen abgeben kann. Einige Arten (*Wissadula macrantha*, *gymnanthemum*, *decora* u. a.) besitzen einen an der Basis deutlich abgerundeten, andere (*W. amplissima*, *hirsuta*, *cincta* u. a.) einen zugespitzten Kelch; die Grenze zwischen diesen Typen ist aber nicht scharf, weshalb diese Eigenschaft für die Arteneinteilung nicht in demselben Masse zu verwenden sein dürfte wie innerhalb der nahestehenden Gattung *Abutilon*. Was die Blumenkrone anlangt, so sind besonders ihre Grösse und Farbe in systematischer Hinsicht von Bedeutung, in geringerem Grade dagegen Behaarung und Form der Kronenblätter; betreffs einiger Arten (*conjungens* und Verwandten) habe ich jedoch diese letztere gut verwendbar gefunden. Bemerkenswertere Verschiedenheiten im Andrœcium findet man speziell in der verschiedenen Länge und Behaarung der Staubblattröhre; in der Regel ist sie kurz und mit Haaren ausgerüstet. Die systematisch so wichtigen Fruchtformen sind

bereits oben behandelt worden. Hier sei nur hinzugefügt, dass die Karpiden, wenn auch im allgemeinen auf fünf fixiert, bei verschiedenen Arten an Zahl reduziert sind, bei anderen (besonders *Pseudabutilon*-Arten) eine grössere Zahl aufweisen. Zwar können sie innerhalb kleiner Grenzen etwas variieren, ihre Zahlverhältnisse sind jedoch in vielen Fällen bei der Artabgrenzung praktisch anwendbar.

Einige Arten sind durch Heterospermie ausgezeichnet, indem der untere Samen sowohl der Form wie besonders der Behaarung nach von den oberen abweicht. Doch will ich es dahingestellt sein lassen, ob diese Eigenschaft bei den durch sie ausgezeichneten Arten stets völlig konstant ist. Bei einigen ist es entschieden der Fall, bei einer Art aber, der Gattung *Wissadula* angehörig, *amplissima*, und sogar bei einer und derselben Form dieser sehr vielgestaltigen Art habe ich die Heterospermie bald mehr, bald weniger, in gewissen Fällen auch sehr schwach ausgebildet gefunden. Eine Untersuchung dieses Verhältnisses, wie auch der Bedeutung der Differenzierung in zwei Samenarten, ist noch anzustellen.

Hier möchte ich jedoch die Gelegenheit benutzen, das grosse morphologische Interesse hervorzuheben, das mit einer solchen Differenzierung der Samen eines und desselben Fruchtraumes verbunden ist (vgl. Fig. 8 und 9, 18 und 19 auf Tafel 6). Eine Andeutung dazu existiert ja schon bei den Kapseln verschiedener Pflanzen (wie z. B. bei *Iris*), wo die äusseren Samen einer Samenreihe der Form des Fruchtraumes wegen eine von den übrigen etwas abweichende Gestalt erhalten, ein so ausgeprägtes Verhältnis wie hier bei mehreren *Wissadula*-Arten kenne ich jedoch nicht bei anderen Pflanzen. Auch habe ich diese Erscheinung nicht in der morphologischen Litteratur erwähnt finden können. Für dieselbe habe ich hier den Namen Heterospermie benutzt — eine *Wissadula* ist schon lange unter dem Namen *W. heterosperma* gegangen —, worunter also das Verhältnis zu verstehen ist, dass zwei (oder mehrere) Arten Samen innerhalb einer und derselben Frucht erzeugt werden. Dies ist also morphologisch etwas ganz anderes als das Vorkommen verschiedener Fruchttypen bei einer und derselben Pflanze und ist auch nicht mit der Verschiedenheit der Samenform zu verwechseln, die sehr oft mit dieser Heterokarpie in Zusammenhang steht. In dem *Wissadula*- und *Pseudabutilon*-Karpid hat gewissermassen eine Teilung in zwei Fruchttypen begonnen, einen oberen kapselartigen Teil, der sich vollständig öffnet und bald die Samen streut, und einen unteren, lange (oder stets) geschlossenen Teil, einen Übergang zur einsamigen Nuss bildend. Welche Bedeutung diese Differenzierung für die Samenverbreitung hat, ist an nur getrocknetem Material nicht leicht zu entscheiden; dazu sind Studien in der Natur vonnöten. Es ist jedoch offenbar, dass die Samen der verschiedenen Abteilungen auch durch verschiedene Verbreitungsbiologie gekennzeichnet sein müssen.

Die geographische Verbreitung der Gattungen.

In ihrer geographischen Verbreitung stimmen die beiden Gattungen wohl überein. Beide besitzen ihre Hauptverbreitung in den wärmeren Teilen Amerikas, *Pseudabutilon* ausschliesslich, *Wissadula* mit einem Aussenposten in der Alten Welt. Wie unten

näher mitgeteilt wird, kommt nämlich *Wiss. amplissima* sowohl im Zentral- und im nördlichen Südamerika nebst Westindien als auch in einem breiten Gürtel quer über das wärmere Afrika (zwischen 17° n. Br. und 17° s. Br.) vor, von den Küsten des Atlantischen Ozeans an bis zum Indischen Meere und dem Bab-el-Mandeb-Sunde, welch letztere Gewässer der Art im Osten eine Grenze zu setzen scheinen. Innerhalb dieser beiden Gebiete kommt sie, wie es scheint, völlig spontan vor. Noch ein Paar, *Wissadula contracta* und *periplocifolia*, treten zwar gegenwärtig in gewissen Teilen der Alten Welt auf, dürften aber aus Gründen, die unten unter diesen Arten anzuführen sein werden, von Amerika her in späteren Zeiten dorthin verschleppte Arten sein.

Auf der westlichen Halbkugel erstreckt sich die Gattung *Wissadula* im Norden hinauf bis c:a 30° n. Br. im südlichsten Texas und nordwestlichen Mexiko. Ihre Verbreitung reicht jedoch nordwärts nicht über den Kalifornischen Meerbusen, der ein unübersteigliches Hindernis gebildet zu haben scheint, so dass keine Art, soviel ich weiss, auf der Kalifornischen Halbinsel vorkommt. Ebenso bildet der Golfstrom zwischen Kuba und Florida ein Hindernis, das keine Art hat überschreiten können. Da die Gattung auch in Texas sich nicht so weit nördlich erstreckt, dass sie auf dem Landwege bis zur Gegend nördlich vom Mexikanischen Meerbusen hätte vordringen können, so fehlt sie in Florida, obwohl dessen Südspitze, gleichwie die der Kalifornischen Halbinsel, südlicher als die wirkliche Nordgrenze der Gattung liegt. Von dieser Nordgrenze aus erstreckt sich dann die Verbreitungsarea der Gattung südwärts über Mexiko, Zentralamerika und Westindien sowie herunter durch Südamerika bis 35° s. Br. Über Montevideo geht ihre Südgrenze, die sich nach Westen schräge aufwärts biegt über Córdoba, Rioja und Tucuman bis Bolivia, so dass Chile ganz ausserhalb ihres Gebiets liegt. Nördlich von dieser Linie kommt die Gattung über das ganze südamerikanische Tiefland hin vor und geht an den Ostabhängen der Anden hinauf bis ungefähr 2,700 m Höhe ü. d. M. (*sordida*). Auf der Westseite dieser letzteren geht die Gattung von Zentralamerika aus herunter nach Guayaquil in Ekuador, fehlt aber in dem südwärts davon beginnenden trockenen Vegetationsgebiet, das die Küstenstrecke Perus und Chiles auszeichnet.

Nahezu identisch mit dieser Verbreitung ist die, welche *Pseudabutilon* besitzt. Diese Gattung fehlt jedoch in Uruguay und dem südlichsten Brasilien, so dass ihre Südgrenze über Córdoba in Argentinien bei 32° s. Br. geht.

Die beiden Gattungen sind ausserdem hauptsächlich nach zwei Verbreitungszentren konzentriert, das eine in Mexiko, also um den nördlichen Wendekreis herum liegend, das andere in Paraguay und angrenzenden Ländern, Südbrasilien, Nordargentinien und Südbolivia, also in den Gegenden um den südlichen Wendekreis herum. In den zwischenliegenden, rein tropischen Gebieten fehlen sie keineswegs, ihre Artenanzahl ist hier aber viel mehr beschränkt. Keine Art kommt in diesen beiden Zentren vor, sofern sie nicht ausserdem über das dazwischenliegende Gebiet verbreitet ist, wie das bei *Wissadula contracta* und *Pseudabutilon spicatum* der Fall ist.

Schliesslich sei auf die Tatsache hingewiesen, dass die meisten Arten ein kleines, oft äusserst begrenztes Verbreitungsgebiet besitzen. Es gilt dies besonders von den Arten in den beiden Hauptzentren der Gattungen, wo gleichsam eine Zersprengung

einiger Arten in eine Menge stattgefunden hat. In den reinen Tropen kommen dagegen die Arten im allgemeinen über ausgedehntere Gebiete hin vor. Es könnte hier nahe liegen sich zu denken, dass es eben diese tropischen Arten mit grösserem Verbreitungsgebiet — hierher gehören vor allem *Wiss. amplissima*, *contracta*, *patens*, *excelsior* und *periplocifolia* sowie *Pseudabutilon spicatum* — gewesen sind, die an ihrer Nord- und Südgrenze unter den dort herrschenden, für die Art extremen Verhältnissen jüngere Tochterarten mit kleinerem Verbreitungsgebiet haben entstehen lassen. Ein paar derartige Fälle sind auch wahrscheinlich. So sind vermutlich aus der über das ganze tropische Südamerika verbreiteten *Wiss. periplocifolia var. gracillima* im Norden die beiden Formen der *var. antillarum*, an ihrer Südgrenze die Arten *paraguariensis* und möglicherweise *boliviana*, sowie die Art *diffusa* an der Südspitze des Verbreitungsgebiets der Gattung auf der Westseite der Anden (s. Taf. 8) hervorgegangen. Die tropisch-amerikanische *Wiss. patens* scheint in dem zentralen Matto Grosso die etwas abweichende Unterart *cuspidata* ausgebildet zu haben. Unsicherer, ja kaum wahrscheinlich ist es dagegen, dass *Wiss. parviflora* und *densiflora* südliche Produkte, *amplissima var. α typica* ein nördliches Produkt der weit verbreiteten *contracta* darstellen. In der Regel lässt sich indessen ein derartiger Ursprung aus den tropischen Arten nicht nachweisen. Im Gegenteil ist es bemerkenswert, dass gewisse Arten des nördlichen Verbreitungszentrums ihre nächsten Verwandten gerade in dem südlichen besitzen und umgekehrt, während sie keine näheren Anknüpfungspunkte mit den rein tropischen darbieten. Hier sei nur an *Wissadula hirsutiflora* und *cincta* erinnert, die in Mexiko *decora*, *glechomatifolia* und nahestehende, um den südlichen Wendekreis vorkommende Arten ersetzen und ihnen entsprechen, sowie an die mexikanischen *Pseudabutilon scabrum* und *paniculatum*, die in den argentinisch-paraguayschen *callimorphum*, *longepilosum* und *Stuckertii* ihre einzigen näheren Verwandten besitzen.

Was schliesslich die Verhältnisse betrifft, unter denen die *Wissadula*- und *Pseudabutilon*-Arten in der Natur vorkommen, so liegen darüber leider noch allzu unzureichende Angaben vor. Als allgemeine Regel kann jedoch aufgestellt werden, dass diese Pflanzen trockenen Lokalitäten angehören. Auf den brasilianischen, paraguayschen und argentinischen Campos kommen sie bisweilen reichlich vor und bilden auch oft einen Bestandteil der auf diesen auftretenden Gebüsche. Für verschiedene Arten finden sich Angaben, dass sie am Waldrande wuchsen; im Innern der Wälder scheinen sie dagegen zu fehlen. Für die mexikanischen Arten fehlt es fast an allen näheren Details, nur für ein paar findet sich als Lokalität angegeben »in rupibus» (*W. holosericea*), »hills», »plains» u. dgl., was jedoch auf trockene Lokalitäten hindeutet. Feuchtere Plätze werden nur für ein paar Arten angegeben; so hat BALANSA *paraguariensis* »sur les bords des marais» eingesammelt, PRINGLE *tricarpellata* auf »moist hillsides» und MALME *periplocifolia var. gracillima* »in loco aperto arenoso subhumido». Am meisten feuchtigkeitsliebend scheint jedoch *subpeltata* zu sein, deren Standort in Paraguay nach BALANSA »arroyos y esteros (= Bäche und Teiche) dans les champs» sind, und für welche auch MALME sowohl von Matto Grosso als von Rio Grande do Sul ziemlich feuchte Lokalitäten angibt. Im übrigen will ich hier nur auf die Angaben verweisen, die unten unter den einzelnen Arten geliefert werden.

Wissadula Med.

Medicus, Ueber einige künstliche Geschlechter aus der Malven-Familie, p. 24 (1787).

Wissadula auct. omino vel pro parte majore. — Presl, Rel. Hænk. II. p. 117 (1836). — Endlicher, Enchir. botan. p. 512 n. 5295 (1841). — Hooker, Niger Flora p. 229 (1849). — Miquel, Fl. Ind. Batav. I: 2. p. 147 (1859). — Benth. et Hook. f., Gen. plant. I. p. 204 (1862). — Triana et Planchon, in Ann. Sc. nat. Bot. Sér. IV: 17. p. 186 (1862). — Oliver, Fl. of trop. Africa I. p. 182 (1868). — Baillon, Histoire des plantes IV. p. 143 (1873). — Hooker, Fl. of Brit. India I. p. 325 (1874). — Boerlage, Fl. van Nederl. Indië I:1. p. 112 (1890). — Garcke in Zeitschrift für Naturwissensch. Halle. 63. p. 113 (1890). — K. Schumann in Mart., Fl. bras. 12: 3. p. 437 (1891). — E. G. Baker in Journ. of Bot. 31. p. 69 (1893). — K. Schumann in Engl. u. Prantl, Nat. Pfl.-fam. III: 6. p. 38 (1895) et in Nachträge p. 236. — Robinson in A. Gray, Syn. Fl. of N. Am. Vol. I: 1. p. 296 et 326 (1897). — Rose in Contrib. U. S. Nat. Herb. 5. p. 177 (1899). — Hochreutiner in Ann. du Conserv. et du Jard. bot. de Genève. 6. p. 28 (1902). — Chodat in Bull. de l'Herb. Boiss., Sér. II: 1. p. 400 (1901). — Chodat et Hassler, ibid. II: 5. p. 288 (1905). — Hassler, ibid. II: 7. p. 457 (1907). — Rob. E. Fries in Sv. Vet.-Akad:s Arkiv f. Bot. Bd. 6. N:o 2. p. 12 (1906).

Wissadulla Hasskarl, Catal. Bogor. alt. p. 201 (1844).

Sidæ sp.,; Linné, Sp. pl., ed. I. p. 684 (1753); ed. II. p. 962 (1763). — Cavanilles, Diss. I. p. 26—27. tab. 5. fig. 2—4 (1785). — L'Héritier, Stirpes novæ. II. p. 121—124. Pl. 58—59 bis (1789). — DC., Prodr. I. p. 467 (1824). — Dietrich, Syn. plant. IV. p. 851 (1847). — Grisebach, Fl. Brit. W. Ind. Island p. 77 (1864).

Abutilon spec.; St.-Hilaire, Fl. bras. merid. I. p. 157 (1827). — Grisebach, Fl. Brit. W. Ind. Islands p. 77 (1864). — O. Kuntze, Rev. gen. pl. III: 2. p. 17 (1898).

Flores hermaphroditi, pentameri, bracteolis nullis suffulti. Calyx plus minus alte, vulgo ad medium et ultra in lobos 5 æstivatione valvatos divisus, campanulatus vel campanulato-turbinatus. Corolla parva vel mediocris; petala 5, margine basali vulgo pilosa, ubi tubo stamineo adnata et cum eo decidua. Tubus stamineus pro rata brevis vel brevissimus, in filamenta numerosa, ut tubus vulgo pilosula abiens. Ovarium

vulgo 5-merum et 5-loculare, rarius 3—4- vel 6-merum; ovula 3 (rarius unicum), anatropa, pendula, micropyle interna et supera, inæquali altitudine affixa, bina nempe superiora, solitarium paulo inferius angulo interiori insertum; styli tot quot carpidia; stigmata capitata. Fructus plus minus stellato-turbinatus vel globosus, maturus membranaceus, apice extrorsum angulatus, apiculatus vel rostratus; carpidia 5 (vel 3—4—6) constrictione laterali horizontali vel obliqua in loculamenta bina superposita imperfecte divisa, ventre ad basin, dorso ad plicam dehiscentia, a columella centrali demum soluta. Semina vulgo 3, rarius solitaria, superiora bina collateralia, inferius solitarium, plerumque biformia, inferius nempe prope apicem vulgo densissime villosum, superiora minus dense vestita. Embryo curvatus in albumine parco. — Herbæ (?), suffrutices vel frutices vulgo indumento stellato vestiti. Folia stipitata, basi cordata vel subtruncata, integra vel dentata. Flores axillares vel in inflorescentiis terminalibus paniculatis dispositi.

Conspectus specierum.

Sect. I. Wissada (GRIS.) K. SCH. Ovaria 1-ovulata; carpidia monosperma.

I. Folia rotundato-ovata, basi profunde cordata; carpidia rostro 3—4 mm. longo coronata. — *W. divergens* (BENTH.) BENTH. et HOOK. f.

II. Folia subtriangularia, basi truncata vel leviter cordata; carpidia apiculo $^1/_2$ mm. longo instructa. — *W. Fadyenii* R. E. FR.

Sect. II. Euwissadula K. SCH. Ovaria 3-ovulata, ovulis omnibus vel rarius abortu 2 vel 1 evolutis; carpidia vulgo trisperma.

I. Folia integra [in *nudiflora* interdum crenulata].
  A. Corolla 3—7 mm. longa.
    1) Carpidia infra medium conspicue transversim constricta, in loculamenta bina incomplete divisa.
      a) Pedunculi calyxque glabri vel tomentosi, sed setis rigidis destituti.
        *) Flores conspicue pedunculati, axillares vel in panicula plus minus effusa dispositi.
          α) Carpidia parva v. mediocria, cum rostris 5—9 mm. longa.
            † Folia subtriangularia (lateribus subrectis), apicem versus sensim angustata, basi truncata vel late cordata.
              °) Carpidia breviter ($^1/_2$—1 mm.) apiculata.

−) Folia supra sparse (in *var. antillarum* densius) stellato-hirsuta vel subglabra; carpidia minute puberula. — *W. periplocifolia* (L.) PRESL.

=) Folia supra pilis densissimis stellatis vestita; carpidia glutinoso-nitentia, puberula et sursum pilis stellatis majoribus instructa. — *W. paraguariensis* CHOD.

°°) Carpidia longe (2—3 mm.) rostrata. — *W. diffusa* R. E. FR.

†† Folia orbicularia, ovata vel oblonga (lateribus curvatis), vulgo abrupte acuminata, basi rotundata v. vulgo anguste ac profunde cordata.

*) Folia supra glabra, puberula v. tomentosa.

−) Folia basi rotundata, vel leviter lateque cordata, supra glabra v. minutissime puberula.

+) Fructus 4-merus; carpidia 5—6 mm. longa, acuta sed erostrata. — *W. boliviana* R. E. FR.

++) Fructus 5-merus; carpidia 8 mm. longa et insuper 1—1,5 mm. longe rostrata. — *W. patens* (ST.-HIL.) GARCKE.

=) Folia basi profunde et vulgo anguste cordata, supra tomentosa, rarius glabriuscula.

+) Fructus 4—5-merus, calycem plus duplo excedens. — *W. amplissima* (L.) R. E. FR.

++) Fructus 3—4-merus, minutus et calycem vix superans. — *W. microcarpa* R. E. FR.

°°) Folia supra pilis simplicibus adpressis laxe strigosa. — *W. excelsior* (CAV.) PRESL.

β) Carpidia magna, cum rostris 12—14 mm. longa. — *W. parviflora* (ST.-HIL.) R. E. FR.

**) Flores subsessiles v. breviter pedunculati, in inflorescentia cylindrica subspicæformi collocati. — *W. densiflora* R. E. FR.

b) Pedunculi calyxque puberuli setisque rigidis instructi.

*) Ramuli pilis longis simplicibus instructi; carpidia rostris 1—1,5 mm. longis instructa. — *W. hirsuta* PRESL.

**) Ramuli pilis longis simplicibus destituti; carpidia c. 0,5 mm. apiculata. — *W. subpeltata* (OK.) R. E. FR.

2) Carpidia vix conspicue transversim constricta, loculis indivisis; inflorescentia oblonga, contracta. — *W. contracta* (LINK) R. E. FR.

B. Corolla 8—12 mm. longa; folia supra pilis simplicibus minutis vestita. — *W. macrantha* R. E. FR.

C. Corolla 10—20 mm. longa; folia supra stellato-tomentella. — *W. nudiflora* (L'HÉRIT.) GARCKE.

II. Folia crenato-dentata.

A. Staminum tubus brevis vel brevissimus; andrœcium basi vulgo plus minus hirsutum. Folia indivisa, raro paulo lobata.

[1)] Frutices vel suffrutices erecti, plus minus elati; folia supra pilis stellatis vel simplicibus vestita.

[a)] Corolla flava.

[*)] Carpidia 4—7 mm. longa.

[α)] Petala 8 mm. longa vel ultra.

† Folia supra pilis simplicibus glandulosis vel setiformibus instructa, stellatis nonnullis in nervis sitis interdum additis.

[°)] Ramuli, petioli pedunculique puberuli et insuper pilis longis simplicibus patentibus obsiti. — *W. Grisebachii* R. E. FR.

[°°)] Ramuli, petioli pedunculique pilis longis simplicibus destituti.

[-)] Folia minutissime et vix conspicue crenulata; inflorescentia paniculata, oblongo-ovoidea; petala anguste cuneata, in unguem sensim angustata; carpidia 4—5 mm. longa. — *W. conjungens* R. E. FR.

[=)] Folia minute, sed conspicue crenulata; inflorescentia cylindrica, subracemiformis; petala late orbicularia, basi abrupte in unguem contracta; carpidia c. 4 mm. longa. — *W. tucumanensis* R. E. FR.

[≡)] Folia conspicue crenata; inflorescentia paniculata, subovoidea; petala cuneato-orbicularia; carpidia 6—7 mm. longa. — *W. gymnanthemum* (GRIS.) K. SCH.

†† Folia supra pilis stellatis densis scabrida vel tomentella. — *W. decora* SP. MOORE.

[β)] Petala 5—6 mm. longa. Ramuli novelli dense ferrugineo-stellato-hirsuti. — *W. sordida* HOCHR.

[**)] Carpidia 10—11 mm. longa. — *W. andina* BRITT.

[b)] Corolla violacea; carpidia 3.

[*)] Calyx extus tomentosus et longepilosus.

α) Ramuli tomentelli, pilis longis simplicibus carentes; folia parva (1—2 cm.), dense canescente-tomentella. — *W. cincta* (BRAND.) ROSE.

β) Ramuli tomentelli et insuper longepilosi.

† Folia suborbicularia et abrupte acuminata; petala c. 10 mm. longa. — *W. wissaduloides* (E. G. BAK.) ROSE.

†† Folia lanceolato-ovata, longiuscule attenuata; petala c. 7 mm. longa. — *W. hirsutiflora* (PRESL) ROSE.

**) Calyx extus tomentosus, pilis longis patentibus destitutus. — *W. hirsutiflora var. tricarpellata* (ROB. et GREENM.) R. E. FR.

2) Suffrutex parvus, e basi ramosus, ramis decumbentibus; folia supra sparse pilis simplicibus obsita vel subglabra. — *W. glechomatifolia* (ST.-HIL.) R. E. FR.

B. Staminum tubus longus, columnaris et basi plus minus bulboso-incrassatus, glaber. Folia plus minus angulata et sæpe lobata.

1) Ramuli, petioli calyxque stellato-tomentosi vel insuper breviter glanduloso-pilosi.

a) Calycis lobi ovati, acuminati, 4—7 mm. longi; carpidia 1—1,5 mm. longe rostrata.

*) Corolla c. 12 mm. longa; tubus stamineus 2,5—3 mm. longus, basi minus incrassatus (2—2,5 mm. diam.). — *W. holosericea* (SCHEELE) GARCKE.

**) Corolla c. 22 mm. longa; tubus stamineus 5 mm. longus, basi valde bulboso-incrassatus (3,5 mm. diam.). — *W. insignis* R. E. FR.

b) Calycis lobi deltoidei vel rotundato-triangulares, c. 1,5 mm. longi; carpidia (nondum matura) erostrata. — *W. microcalyx* ROSE.

2) Ramuli, petioli calyxque stellato- et glanduloso-tomentosi et insuper pilis longis simplicibus instructi; lobi calycis longe acuminati. — *W. trilobata* (HEMSL.) ROSE.

Sect. I. **Wissada** (GRIS.) K. SCH.

K. SCHUMANN in MARTIUS, Fl. bras. 12: 3. p. 439 (1891). — Idem in ENGLER und PRANTL, Nat. Pfl.-fam. 5 (Nachträge) p. 237. — E. G. BAKER in Journal of Botany 31. p. 69 (1893).

Syn.: *Wissada* GRIS., Fl. Brit. W. Ind. Islands p. 77 (1864), sectio *Sidæ*.

Ovaria 1-ovulata; carpidia monosperma. — Species 2.

1. **Wissadula divergens** (BENTH.) BENTH. et HOOK. F. [Tab. VI. fig. 1].

BENTHAM et HOOKER FIL., Gen. plant. I. p. 197 (1862). — GARCKE in Zeitschr. für Naturw. Halle. 63. p. 124 (1890). — E. G. BAKER, in Journ. of Bot. 31. p. 69 (1893), pro parte. — K. SCHUMANN in ENGL.-PRANTL, Nat. Pfl.-fam. 5 (Nachträge) p. 237 (1897), partim.

Syn.: *Sida divergens* BENTH., Plantæ Hartwegianæ p. 114 (1843) et in Bot. Voy. Sulphur p. 69 (1844). — WALPERS, Repert. Bot. 5. p. 93 (1845—46) et Ann. Bot. System. I. p. 103 (1848).

Suffrutex vel frutex erectus, ramis vetustioribus usque ad 5 mm. crassis cortice cinereo, leviter rimoso tectis, ramulis junioribus dense et brevissime cinereo-tomentellis et insuper pilis stellatis stipitatis albido-flavidis plus minusve dense vestitis; internodia usque ad 5 cm. longa, vulgo tamen c. 1 cm. longa, teretia. Stipulæ filiformes, acutæ, hirsutæ, 5—6 mm. longæ. Petioli longitudinaliter striati, sicut ramuli hirsuti, 1,5—9 cm. longi, in foliis superioribus decrescentes usque ad nullis (in inflorescentiis siti). Laminæ membranaceæ, discolores, rotundato-ovatæ, integræ (vel raro plus minus evidenter denticulatæ), acuminatæ, summo apice acutæ vel obtusiusculæ, basi profunde cordatæ, incisura angusta acuta, lobis basalibus interdum etiam invicem tegentibus, supra virides et juniores breviter tomentellæ, vetustiores glabriusculæ, pilis stellatis minimis plus minus laxis et longioribus simplicibus adpressis præsertim marginem versus pluribus vestitæ, subtus cinereo-albidæ, pilis stellatis minutis et majoribus intermixtis subdense tectæ, 9-nerviæ, nervis validioribus supra et præsertim subtus prominentibus; laminæ magnitudine valde variabiles, 3—12 cm. longæ, 1,8—8 cm. latæ. Flores in axillis superioribus siti vel vulgo paniculam terminalem amplam laxam formantes, ramis patentibus, tomentellis. Pedunculi graciles, puberuli, 1—6,5 cm. longi et 0,2—1,1 cm. infra calycem vix conspicue articulati. Calyx puberulus et insuper pilis stellatis validioribus aureo-ferrugineis ornatus, 3—3,5 mm. longus, in lacinias triangulari-ovatas, acutas, 1,5—2 mm. longas et basi 1,5 mm. latas divisus. Corolla »albida vel flavida» (ex SPRUCE), 5—5,5 mm. longa, petalis basi albido-hirsutis. Staminum tubus c. $^1/_2$ mm. longus, androecium petalis $^1/_2$—1 mm. brevius. Fructus 5- vel 4-merus; carpidia puberula, subtriangularia, supra applanata et angulo externo in rostrum acutum rectum vel plus minus curvatum, 3—4 mm. longum terminantia. Semen unicum, triangulari-reniforme, nigrum et dense albido-hirsutum, 1,5—2 mm. longum.

Ecuador: Guayaquil [JAMESON 607; herb. Kew. et Mus. Brit. — SPRUCE 6332 (ad flum. Daule); ibid. — HARTWEG 635; Kew. — HINDS; ibid.].

Als Typusexemplar für diese Art ist das oben zitierte Exemplar HARTWEG Nr. 635 anzusehen, das ich in Kew Gelegenheit gehabt habe zu prüfen. Mit ihm stimmen in allem vortrefflich die JAMESON'schen und SPRUCE's Nummer überein, während HINDS' etwas abweicht; dieses letztere liegt teilweise der Beschreibung der Art zu Grunde, welche BENTHAM in Bot. Voy. Sulphur vorgelegt hat, und die um ein Jahr später datiert ist als die in Pl. Hartweg. mitgeteilte. Das HINDS'sche Exemplar besteht

aus einem groben, holzigen, 1/2 cm dicken Zweig mit Jugendsprossen, an denen kleine, nur c:a 4 cm lange und 2,2 cm breite Blätter sitzen; diese letzteren waren auch durch deutliche, unregelmässige Zähnelung ausgezeichnet; die Blüten sassen nur axillär, einzeln an langen, schmächtigen Stielen. Das Exemplar scheint mir, ungeachtet dieser habituellen Verschiedenheiten, doch derselben Art anzugehören wie die übrigen zitierten; keinen durchgehenden, entscheidenden Unterschied habe ich finden können, denn auch an den übrigen kommen bisweilen axilläre Blüten neben der reichen Infloreszenz vor und ausnahmsweise auch etwas gezähnte Blätter an dem gleichen Individuum wie die normalen ganzrandigen.

Für *W. divergens* kennzeichnend sind die einsamigen Karpiden, die mit langen Schnäbeln versehen sind, sowie ferner die an der Basis mit tiefem, schmalem Einschnitt versehenen Blätter. Die oben zitierten Exemplare sind die einzigen, die ich für die Art angeführt gesehen habe, und die der wirklichen *W. divergens* angehören; die übrigen sind abzusondern und bilden die folgende Art. *W. divergens* scheint daher eine ausserordentlich lokale Verbreitung zu besitzen, in der Gegend von Guayaquil in Ecuador.

2. **Wissadula Fadyenii** n. sp. [Tab. I. fig. 1—2 et VI. fig. 2—4].

Syn.: *Wissadula periplocifolia* MAC FADYÉN, Flora of Jamaica p. 85 (1837), synonymis exclusis; non alibi.

Sida divergens GRIS., Fl. Brit. W. Ind. Islands p. 77 (1864) [non BENTHAM].

Wissadula divergens E. G. BAK. in Journal of Botany 31. p. 69 (1893), pro parte.

Wissadula Fadyenii PLANCH. in herb.; nomen nondum public.

Frutex erectus, ramosus, ramis ad 3,5 mm. crassis, cortice fusco longitudinaliter striatulo obtectis, junioribus pilis stellatis flavido-ferrugineis et vulgo diu persistentibus, demum cinerascentibus plus minusve dense vestitis; internodia ad 4 cm. longa. Stipulæ subulato-filiformes, 5 mm. longæ, acutæ, stellato-tomentosæ. Petioli sicut caulis tomentosi, teretes, usque ad 4 cm. longi, vulgo tamen breviores, in foliis superioribus subnulli. Laminæ membranaceæ, discolores, integerrimæ, ovato-triangulares et in acumen longum sensim angustatæ, summo apice acutæ vel obtusiusculæ, basi truncatæ vel leviter (in foliis superioribus profundius) cordatæ, supra pilis stellatis albidis minutissimis sparse instructæ, interdum subglabræ, subtus dense pilis stellatis cinereo-albido-tomentosæ et insuper pilis stellatis majoribus primo ferrugineis, demum cinerascentibus plus minus dense instructæ, 5—7-nerviæ, nervis validioribus supra impressis, subtus prominentibus; laminæ 6—10,5 cm. longæ et 3—6,5 cm. latæ. Flores in axillis foliorum superiorum siti vel vulgo paniculam amplam terminalem, ad 4 dm. longam formantes, ramis patentibus, glabriusculis; pedunculi graciles, sursum minute puberuli, 1,5—3 cm. longi (in floribus axillaribus usque ad 5 cm. longi), 4—6 mm. infra calycem articulati. Calyx minutissime puberulus, interdum pilis majoribus stellatis solitariis instructus, 3—3,5 mm. longus, in lobos ovato-triangulares, acutos, 1—1,5 mm. longos, 1,5 mm. latos divisus. Corolla sicca albida et basin versus pallide rosea,

9—10 mm. diam., petalis cuneatis, apice rotundatis, 4—5 mm. longis et circ. 4 mm. latis. Andrœcium circ. 3 mm. longum. Fructus 5-merus, 5,5—6 mm. diam.; carpidia puberula, subtriangularia, 4 mm. longa, supra apiculo brevi, 0,5 mm. longo ornata. Semen unicum, conico-globosum, olivaceum, minute sed hilum versus densius albido-puberulum, 2 mm. diam.

India occidentalis: Jamaica [MAC FADYEN; DISTAN; ALEXANDER. — In herb. Kew.]. Trinidad [ibid.].

Columbia: Santa Martha [HERBERT H. SMITH n. 496; herb. Regn., Berol., Kew., Mus. Brit. et in U. S. Nat. herb.].

Alle früheren Forscher, die Gelegenheit gehabt haben, *Wissadula* (*Sida*) *divergens* zu behandeln, haben mit ihr auch die Exemplare vereinigt, die von Westindien herstammen. Und doch zeigen diese bei einem genaueren Vergleich — wie bereits oben in Kürze berührt worden ist — in mehreren Hinsichten bedeutende und konstante Verschiedenheiten gegenüber den aus Ecuador herstammenden, Verschiedenheiten, die mich hier veranlasst haben, ohne Bedenken den westindischen (und columbianischen) Typus als besondere Art aufzuführen. Bei einigen Exemplaren in dem Kewer Herbarium finden sich zwar Vermerke, welche zeigen, dass einige Forscher diese Verschiedenheiten klar erkannt haben; so steht z. B. bei dem MAC FADYEN'schen Exemplar vermerkt »see *Sida divergens* BENTH., which is likely related to this», und sowohl bei diesem wie bei dem Exemplar DISTAN's der Name »*Wissadula Fadyenii* PLANCH.»; eine Publizierung dieses Namens ist mir jedoch nicht bekannt.

Gemeinsam für die oben zitierten westindischen und ausserdem die neulich in Columbia eingesammelten SMITH'schen Exemplare ist, ausser der Einsamigkeit der Karpiden, die sie der Sektion *Wissada* zuweisen, die sehr kurz zugespitzte Form derselben; die beiden Figuren 1 und 2 auf Taf. 6 zeigen vielleicht am besten das verschiedene Aussehen der Karpiden bei *divergens* und *Fadyenii*. Dazu kommt eine vollständig verschiedene Blattform. Während die Blätter bei der ersteren frappant an die Blätter von *W. amplissima* mit ihrer tief eingeschnittenen, herzförmigen Blattbasis und der rund ovalen Peripherie erinnern (sie ähnen vielleicht am meisten der Form dieser Art, die als *W. heterosperma* aufgestellt worden ist; s. unten), hat *Fadyenii* Blätter von *periplocifolia*-Typus, mit seiner langgezogen dreieckigen Form und abgestumpften oder seicht eingebuchteten Blattbasis. Diese Ähnlichkeit ist so auffallend, dass die Art bisweilen auch als *periplocifolia* bestimmt worden ist, wie das z. B. mit dem SMITH'schen Exemplar der Fall ist, das unter diesem Namen verteilt ist.

Als Synonym unter *W. Fadyenii* habe ich *W. periplocifolia* MAC FAD., Fl. of Jamaica, angeführt, teils weil ein von diesem Forscher eingesammeltes Exemplar in Kew der fraglichen Art angehört, teils weil seine Beschreibung deutlich zeigt, dass er die hier abgesonderte Art[1] im Auge gehabt hat. Dass GRISEBACH's *divergens* dieselbe Art wie die meine ist, kann ich auch sicher aus den von ihm zitierten Exemplaren schliessen. In Missouri Bot. Garden Report IV. p. 63 (1893) wird *W. divergens* von HITCHCOCK von Kingston auf Jamaica sowie von Grand Cayman Island angeführt;

[1] Betreffs ihres Vorkommens auf Jamaica sagt MAC FADYEN: »common in the Lowlands».

ganz sicher ist auch hier meine *W. Fadyenii* gemeint, obwohl ich es nicht sicher habe entscheiden können, da ich nicht Gelegenheit gehabt habe seine Exemplare zu sehen.

Erwähnt sei hier auch, dass die Art sich in LINNÉ's Herbarium in der Linnean Society in London repräsentiert findet. Auf einem Bogen unter der Gattung *Sida*, auf welchem LINNÉ geschrieben hat »*Sida periplocifolia*», finden sich zwei Zweige, der eine *Wissadula amplissima*, der andere *W. Fadyenii* angehörend. Von dieser letzteren findet sich allerdings nur eine ausgebreitete, fruchttragende Panicula, die Früchte aber stimmen so gut mit denen bei *Fadyenii* überein, dass ich kein Bedenken trage sie zu identifizieren. Betreffs der Entscheidung, als was LINNÉ's *periplocifolia* zu betrachten ist, siehe unten unter dieser Art.

In dem SWARTZ'schen Herbarium in Stockholm habe ich eine *Wissadula* angetroffen, die sich eng an die hier fragliche Art anschliesst, in einigen Hinsichten aber von ihr abweicht; sie ist von SWARTZ als in Westindien ohne näher bezeichnetes Lokal eingesammelt angegeben und lag unbestimmt zwischen Exemplaren von *W. amplissima*. Der Mangel verlängerter Rostra bei der Frucht sowie die dreieckigen Blätter unterscheiden sie bestimmt von *divergens;* die Blätter sind klein und erreichen höchstens eine Länge von 3,5 cm bei 1,7 cm Breite; die Blüten sitzen einzeln in den Blattachseln an kurzen, c:a 1(—1,8) cm langen Stielen. Hierdurch erhält sie ein von *Fadyenii* ziemlich abweichendes Aussehen; da nur ein sehr geringes Material vorhanden ist, erwähne ich sie jedoch hier nur im Vorbeigehen.

Sect. II. Euwissadula K. SCH.

K. SCHUMANN in MARTIUS, Fl. bras. 12: 3. p. 438 (1891) et in ENGL.-PRANTL. Nat. Pfl.-fam. 5 (Nachträge) p. 236. — E. G. BAKER in Journal of Botany 31. p. 69 (1893).

Ovaria 3-ovulata, ovulis omnibus evolutis vel rarius 1—2 abortivis; carpidia 3-sperma, rarius 2- vel 1-sperma. — Species 30.

3. Wissadula periplocifolia (L.) PRESL [Tab. I. fig. 3—4 et VI. fig. 6—9].

PRESL, Reliquiæ Hænkeanæ II. p. 117 (1836). — THWAITES, Enum. pl. zeyl. p. 27 (1866). — GARCKE in Zeitschr. für Naturw. 63. p. 122 (1890). — K. SCHUMANN in MARTIUS, Flora bras. 12: 3. p. 441 (1891) et in ENGL.-PRANTL, Nat. Pflanz.-fam. 5 (Nachtr.) p. 236.

Syn.[1]: *Sida periplocifolia* L., Sp. pl., ed. I. p. 684 (1753); ed. II. p. 962 (1763). — CAVANILLES, Diss. I. p. 26. tab. 5. fig. 2 (1785). — WILLD., Sp. pl. III. p. 741 (1800). — LINK, Enum. horti Berol. II. p. 204 (1822). — PERS., Syn. plant. II: 1. p. 243 (1807). — ROXBURGH, Fl. ind. III. p. 172 (1832). — DIETRICH, Syn. plant. IV. p. 851 (1857).

[1] Die Synonyme auf die verschienenen Varietäten zu verteilen, welche unten aufgestellt werden, lässt sich hier nicht tun, weshalb sie gesammelt aufgeführt werden. Das Verzeichnis macht keineswegs Anspruch darauf, alle diejenigen Stellen aufzuführen, wo diese so oft behandelte Art erwähnt wird, besonders mag hervorgehoben werden, dass von den vorlinneanischen Verfassern nur diejenigen mitgenommen sind, deren authentische Exemplare ich selbst Gelegenheit zu sehen und zu prüfen gehabt habe.

Sida periplocifolia L. *var. zeylanica* DC. Prodr. I. p. 467 (1824).

Sida paniculata SALZM. *var. oblonga* SALZM. in herb. ex TRIANA et PLANCHON in Ann. Sc. Nat. Ser. IV. Bot. Tome 17. p. 186 (1862).

Abutilon periplocifolium SWEET, Hort. Brit., Ed. I. p. 53 (1827). — G. DON, Gen. Syst. I. p. 500 (1831). — WIGHT et WALK.-ARNOTT, Prodr. I. p. 55 (1834).

Abutilon periplocifolium SWEET *var. α zeylanicum* (DC.) G. DON, Gen. Syst. I. p. 500 (1831).

Wissadula zeylanica MED., Ueber einige künstliche Geschlechter aus der Malven-Familie p. 25 (1787). — BLUME, Bijdr. I. p. 77 (1825). — MIQUEL, Fl. Ind. Bat. I: 2. p. 147 (1859). — TRIANA et PLANCHON in Ann. Sc. nat. Sér. IV. Bot. Tome 17. p. 186 (1862). — E. G. BAKER in Journ. of Bot. 31. p. 70 (1893), variet. exclusis.

Wissadula zeylanica MED. *var. truncata* MIQ., Fl. Ind. Bat. I: 2. p. 147 (1859).

Wissadula rostrata var. zeylanica (DC.) MAST. in HOOK., Fl. Brit. Ind. I. p. 325 (1874).

Wissadula periplocifolia PRESL *var. α genuina* HOCHR. in Ann. du Conserv. et du Jard. bot. de Genève 6. p. 28 (1902); pro parte. Sed non in Bull. de l'Herb. Boiss. Sér. II: 5. p. 289 (1905).

Sida foliis cordato-lanceolatis acuminatis integerrimis LINN. Fl. zeyl. p. 114 (1747).

Alcea orientalis Scammoniæ folio, major floribus albis PLUK. alm. p. 17. tab. 74 fig. 7 (1696).

Frutex erectus, ramosus, circ. 1 m. altus, ramis cortice olivaceo vel fusco, leviter striatulo obtectis, junioribus plus minus tomentellis et pilis majoribus stellatis ferrugineis dense vel sparse vestitis; internodia ad 5 cm. longa, vulgo breviora. Stipulæ subulatæ, acutæ, tomentosæ vel tomentellæ, c. 3 mm. longæ et basi 1/2 mm. latæ, caducissimæ. Petioli subteretes, ut ramuli tomentosi, ad 3 cm. longi et laminis multoties breviores, in foliis superioribus minores vel etiam subnulli. Laminæ membranaceæ vel rigide membranaceæ, discolores, 5—7-nerviæ, ovato- vel lanceolato-triangulares et apicem versus sensim et plus minus longe, interdum longissime attenuatæ, summo apice obtusæ vel apiculatæ, basi cordatæ (incisura vix 1/2 cm. profunda, valde aperta), margine integerrimæ, supra virides vel indumento cinerascentes vel siccæ nigrescentes, supra pilis minutis stellatis cinereis plus minus dense, interdum densissime vestitæ, interdum etiam subglabræ, subtus albidæ vel cinereæ et laxe breviterque tomentosæ vel brevissime denseque tomentellæ, pilis ferrugineis insuper plus minus dense instructæ; laminæ 2—14 cm. longæ, 1—6 cm. latæ, in foliis superioribus decrescentes. Flores axillares, solitarii vel in paniculam terminalem collocati; paniculæ multifloræ, magnitudine et densitudine valde variabiles (maxima visa c. 60 cm. longa); pedunculi 1—5 cm. longi. Calyx 2—3 mm. longus, extus minutissime puberulus vel glaber, lobis ovatis vel triangularibus, acutis, 1—1,5 mm. longis et c. 1,5 mm. latis. Corolla sicca albida vel pallide violacea, petalis circ. 5 mm. longis. Andrœcium circ. 2 mm. longum, tubo brevissimo. Styli 5, andrœcio paulo longiores. Fructus 5-merus, plus minus obconicus, apice truncatus et 8—10 mm. diam.; carpidia brevissime puberula, 5—7 mm. longa et superiore angulo externo apiculo 1/2—1 mm. longo divergente

coronata, infra medium evidenter constricta. Semina 3, fusca, 1,5—2 mm. diam., superiora triangulari-globosa, subglabra vel minute puberula, inferius obconico-globosa et superne truncata, densius et præsertim hilum versus albido- vel flavescente-hirsuta.

var. α typica.

Folia anguste triangulari-lanceolata, basi truncata vel leviter cordata, apicem versus longissime et sensim angustata, supra pilis stellatis minutis sparsis instructa vel subglabra, subtus molliter sed dense cinereo-tomentosa et vulgo dense (sicut ramuli novelli) pilis ferrugineis stellatis majoribus vestita; laminæ maximæ observatæ 14 cm. longæ et basi 6 cm. latæ, vulgo tamen 8—10 cm. longitudine et 2—3 cm. latitudine metientes, superiores decrescentes; inflorescentia terminalis, laxa, pedicellis fructiferis 2,5—5 cm. longis, gracilibus; carpidia 7—8 mm. longa, apiculo brevi (c. 1/2 mm. longo) ornata.

Indiæ orient. peninsula [Herb. Rottlerianum; in Kew. — ROXBURGH; ibid.]. Ceylon [HERMANN; herb. Mus. Brit. — WALKER; in herb. Kew. — THWAITES n. 1132; ibid., Mus. Brit., Gotting. et Berol.].

Java [HORSFIELD; in herb. Kew. et Mus. Brit. — ZOLLINGER n. 1846; herb. Holm., Berol., Gotting. et Mus. Brit.]; Batavia [O. KUNTZE; Kew.].

Borneo: Bangarmassing [J. MOTLEY n. 293; ibid.].

Specimina etiam vidi culta ex Hort. bot. Calcutt. [WALLICH; Mus. Brit.] et Bogoriensi [WARBURG n. 1890; herb. Berol.].

var. β gracillima nov. var. [Tab. I. fig. 3. et VI. fig. 6—9].

Laminæ ovato- vel lanceolato-triangulares, basi cordatæ [incisura angulum subrectum formante] vel in foliis superioribus plus minus truncatæ, supra pilis minimis albidis stellatis sparse instructæ vel subglabræ, subtus indumento tomentoso (ut in var. typica) vestitæ, pilis ferrugineis interdum sparsis; laminæ maximæ observatæ 9 × 5,5 cm., vulgo tamen circ. 7 × 3,5 cm. metientes; inflorescentia terminalis, ampla, laxissima, pedunculis fructiferis ad 5 cm. longis, gracillimis; carpidia 7—7,5 mm. longa, apiculo brevi (1/2—1 mm. longo) coronata.

Columbia: Prov. de Bogotá, Anapoima [TRIANA: herb. Mus. Brit.].

Venezuela: La Guayra [OTTO n. 1054; Berol.].

Brasilia: loco haud indicato [GLOCKER n. 92; Mus. Brit.]. Prov. de Pernambuco [GARDNER; ibid.]. Prov. de Bahia: pr. oppid. Bahia [BLANCHET 174, pro parte: ibid.]. Rio de Janeiro [GLAZIOU 13546 et 10283; in herb. Kew. et Berol.]. Prov. Matto Grosso: Cuyabá, loco aperto arenoso subhumido [MALME 1544 C; herb. Regnell.].

var. γ antillarum nov. var.

Laminæ ovato-triangulares, basi cordatæ [incisura valde aperta], apicem versus sensim breviterque angustatæ, supra dense pilis stellatis minimis albidis tectæ, molles,

subtus ut typica tomentosæ sed vulgo minus ferrugineæ; flores axillares solitarii vel in inflorescentiis terminalibus minus laxis dispositi, pedunculis rigidioribus; carpidia 6—8 mm. longa, breviter (½—1 mm. longe) apiculata.

f. macrophylla.

Laminæ circ. 5—6 cm. longæ, 3—3,5 cm. latæ; inflorescentia terminalis, pedicellis fructiferis 1—1,5 cm. longis.

Jamaica [Swartz; herb. Holm. — Gilb. Macnab; ibid. — Masson; herb. Mus. Brit.].

Portorico [inter Arroyo et Guayama; Sintenis n. 2243 *b*; ibid., Kew. et in herb. nat. U. S.. — Cabo-Rojo circa hacienda Carmelita; Sintenis 803; ibid. et in herb. Holm. et Berol. — Underwood et Griggs n. 625; herb. nat. U. S.].

f. microphylla. [Tab. I. fig. 4].

Laminæ 2—4,5 cm. longæ et 1—2 cm. latæ. Flores vulgo axillares solitarii, fructiferi ad 5 cm. longe pedunculati, rarius ad inflorescentiam terminalem collocati.

Cuba: loco accuratius non indicato [Wright n. 32; herb. Holm. et Mus. Brit. — Pine hills; Wright n. 2050 pro parte; herb. Holm. et nat. U. S.]. Prov. de S:a Clara, Distr. de Cienfuegos [Rol. Combs 634; Kew. et Berol.].

Wissadula periplocifolia, die am längsten bekannte Art der Gattung und die, auf welche diese zuerst gegründet wurde, ist auch vielleicht ihre variabelste Art. Sie spaltet sich in eine ganze Reihe von Formen, die ich hier oben zu ein paar Varietäten zu vereinigen versucht habe, deren Charaktere aus den gegebenen Beschreibungen hervorgehn dürften.

Die Art kommt nunmehr über ein sehr grosses Gebiet verbreitet vor. Sie gehört zu den Arten, die sowohl aus der alten wie aus der neuen Welt bekannt sind. In der alten ist sie — soviel ich weiss — auf Vorderindien nebst Ceylon sowie Java und Borneo beschränkt. Dann tritt sie wieder in Amerika mit einem Verbreitungsgebiet dort auf, das sich von Westindien und Zentralamerika längs dem östlichen Teil von Südamerika bis nach Rio de Janeiro und Matto Grosso herunter erstreckt. Demnach zwei Zentren, so weit aus einander liegend wie Ostindien und Brasilien.

Wie lässt sich nun diese eigentümliche Verbreitung auf natürliche Weise erklären? Eine Erklärung, die auch nahe zur Hand liegt, wäre gefunden, wenn es sich beweisen liesse, dass die Art auf einem ihrer Gebiete nicht ursprünglich, sondern dass sie hier ein Eindringling späterer Zeiten ist. Was nun zunächst Amerika betrifft, so lässt sich dies nicht so leicht denken, da teils die ganze Gattung dort ihr Zentrum hat, teils die Art den vorliegenden Angaben gemäss dort in völlig spontanem Zustande wächst. Was dagegen das asiatische Vorkommen betrifft, so liegen die Verhältnisse dort etwas anders. Für die Ursprünglichkeit der Art daselbst spricht teils die Tatsache, dass sie erwiesenermassen schon sehr früh, in den 70:er Jahren des 17. Jahrhunderts, auf Ceylon (von Hermann) eingesammelt wurde, teils die Angabe, die

PLUKENET[1] 1696 liefert, dass die Art bereits zu jener Zeit, im 17. Jahrhundert, zwei einheimische Namen auf Ceylon besass: Nilavonanghu und Wissadulu. Diese Umstände können sich jedoch daraus erklären, dass die Art als Gespinstpflanze benutzt worden ist.[2] Aus diesem Anlass kann sie bereits frühzeitig aus ihrer Heimat Amerika eingeführt worden sein, worauf sie unter den günstigen äusseren Verhältnissen verwilderte und sich weiter verbreitete.

Es liesse sich jedoch auch denken, dass die Verbreitung der *Wissadula periplocifolia* eine andere ebenso natürliche Erklärung fände, wenn gezeigt werden könnte, dass sie nicht einheitlich wäre, sondern in Wirklichkeit zwei Arten darstellte, eine in der alten und eine in der neuen Welt existierende. Um zu entscheiden, ob diese Erklärung anwendbar ist, habe ich das Material, das mir zu Gebote gestanden, einer eingehenden Prüfung unterzogen, wobei jedoch zu bemerken ist, dass ein im Hinblick auf die alte Geschichte und grosse Verbreitung der Art auffallend geringes Material in den durchgesehenen Sammlungen vorhanden gewesen ist. Die Prüfung hat mich zu der Auffassung geführt, dass man die asiatische *periplocifolia* nicht als der Art nach von der amerikanischen verschieden betrachten kann. Die erstere besitzt indessen im grossen und ganzen eine länger ausgezogene Blattform und zeichnet sich durch ein etwas reichlicheres Vorkommen von rostbraunen Haaren auf Blättern und jungen Sprossen aus. Der Unterschied von gewissen amerikanischen Exemplaren ist jedoch äusserst gering, und da Variationen nach dem asiatischen Typus hin unter den amerikanischen nicht fehlen, so muss ich gegenwärtig die beiden Gruppen vereinigt halten. Um indessen auf die kleine Differenz, welche existiert, hinzuweisen, habe ich oben den asiatischen Typus als eine Varietät angeführt; doch sei betont, dass ihre verschiedene geographische Verbreitung dabei auch als ein Moment mitgewirkt hat.

Als Resultat des hier Angeführten sei schliesslich Folgendes gesagt. *Wiss. periplocifolia* ist mit grösster Wahrscheinlichkeit eine ursprünglich amerikanische Art, die mit Hilfe des Menschen nach Asien gebracht worden ist, wahrscheinlich zuerst nach Ceylon und von da aus nach dem Festlande und den Sundainseln, wo sie überall verwildert ist und sich weiter verbreitet hat. Die etwas verschiedenen äusseren Verhältnisse, unter welche die variable Art dort gekommen ist, hat ihr Aussehen etwas verändert, so dass ein asiatischer Typus gegenwärtig unterschieden werden kann. Indessen kann die Berechtigung dieser Auffassung immer noch nicht als völlig hinreichend bewiesen angesehen werden.

Die asiatische Form habe ich als *var. typica* bezeichnet, da ja auf diese LINNÉ's Beschreibung sich unzweifelhaft gründet.[3] Die Art, die, wie erwähnt, schon in der vorlinneanischen Zeit bekannt war, lernte nämlich LINNÉ in dem angeführten Exemplar kennen, das von HERMANN auf Ceylon eingesammelt wurde. Dessen Sammlungen liegen nämlich LINNÉ's Flora zeylanica zu Grunde; sie werden nunmehr im Britischen Museum in London aufbewahrt, wo ich Gelegenheit gehabt habe, das Exemplar zu

[1] PLUKENET, Almagestum botanicum, p. 17. 1696.

[2] ROXBURGH, Fl. indica III. p. 172 (1832).

[3] Wäre der amerikanische Ursprung der Art sicher bewiesen, so müsste ja, streng genommen, einer der amerikanischen Typen als *typica* aufgefasst werden.

prüfen, das demnach das Original zu *Sida foliis cordato-lanceolatis acuminatis integerrimis* LINN. Fl. zeyl. darstellt. Es stimmt auch mit den übrigen asiatischen Exemplaren, die ich gesehen, überein. Dass auf dieselbe Pflanze in Species plantarum Bezug genommen wird, versteht sich von selbst, da die Diagnose fast unverändert dort wiederholt und Ceylon als Heimat der Art angegeben wird. Wollte man dagegen aus den Exemplaren in LINNÉ's Herbarium in der Linnean Society in London Schlüsse ziehen, so wäre das nicht der Fall. *Sida periplocifolia* wird dort durch zwei Zweige repräsentiert, deren eine *Wissadula amplissima*, die andere, wie bereits erwähnt, *Wissadula Fadyenii* angehört. Hier liegt demnach unzweifelhaft eine später geschehene Verwechslung vor.

Ausser den oben angeführten Exemplaren von *Wiss. periplocifolia* habe ich auch ein paar gesehen, die ganz sicher der Art angehören, aber doch noch andere Varietäten repräsentieren dürften. Ich übergehe sie indessen hier, da die Spärlichkeit des Materials kein sicheres Urteil über ihren systematischen Rang und ihre Stellung erlaubte. Die oben aufgestellten und beschriebenen Varietäten besitzen von einander verschiedene Verbreitungsgebiete, die an keiner Stelle einander decken. *Var. typica* gehört der alten Welt, *gracillima* dem südamerikanischen Kontinent und *antillarum* dem westindischen Archipel an. Sogar die beiden Formen dieser letzteren kenne ich nur von verschiedenen Inseln. Nicht unmöglich ist jedoch, dass künftige Untersuchungen an reicherem Material die gegenseitigen Verbreitungsverhältnisse der amerikanischen Varietäten etwas modifizieren werden.

Wissadula periplocifolia zeigt die nächste Verwandtschaft mit den beiden folgenden Arten. In Wirklichkeit können diese vielleicht ebenso gut als noch mehr abgesonderte und selbständige Typen innerhalb des grossen Variationsgebiets der *periplocifolia* betrachtet werden. Die für sie charakteristischsten Eigenschaften werden unter den beiden Arten angeführt.

4. **Wissadula diffusa** n. sp. [Tab. VI, fig. 10—11].

Frutex ramosus, ramulis gracilibus teretibus striatulis pilis minimis albidis stellatis subdense vestitis et insuper majoribus stellatis ferrugineis deciduis plus minus dense instructis; internodia ad 5 cm. longa. Stipulæ lineari-subulatæ, acutæ, tomentellæ, 3—5 mm. longæ et basi $^1/_2$ mm. latæ. Petioli teretes, ut caulis hirsuti sed apicem versus densius ferrugineo-hirsuti, ad 4 cm. longi, foliorum superiorum breviores vel subnulli. Laminæ tenuiter membranaceæ, ovato-triangulares, integerrimæ, apicem versus sensim et longiuscule angustatæ, summo apice obtusiusculæ, basi cordatæ (incisura aperta et angulum subrectum formante), supra virides, pilis minimis stellatis albidis laxiuscule instructæ, subtus cinereo-albidæ, pilis stellatis brevissime et densissime albido-tomentellæ et hinc inde pilo majore aureo-ferrugineo stellato instructæ, 7-nerviæ, nervis validioribus supra planis, subtus prominentibus, rete venularum vix conspicuo; laminæ ad 10×6 cm. metientes, superiores decrescentes. Inflorescentia terminalis, ampla (plus quam $^1/_2$ m. longa et 2—3 dm. diam.), ramis apertis glabriusculis; pedicelli graciles, floriferi 1—2 cm. longi, fructiferi ad 4,5 cm. excrescentes et

4—6 mm. infra calycem articulati, sicut calyx pruinoso-puberuli. Calyx 3—4 mm. altus, in lacinias ovato-triangulares, acutas, 1,5—2 mm. longas et 1,5—2 mm. latas divisus. Corolla (nondum rite evoluta?) 3 mm. longa, petalis basi albido-pilosis. Staminum tubus subnullus, filamenta libera c. 1,5 mm. longa, styli circ. duplo longiores. Carpidia 5, laxe breviterque puberula, subtriangularia, cum rostro 2—3 mm. longo 7 mm. longa. Semina 3 (vel 2 solum evoluta), olivacea, superiora breviter, inferius longius albido-tomentosa, globoso-triangularia, 1,5—2 mm. diam.

Ecuador: Guayaquil [JAMESON n. 496; in herb. Mus. Brit. et Kew.]; ad fluvium Daule pr. Guayaquil [SPRUCE, Pl. exsicc. æquatoriales; ibid.].

Die Art ist sehr nahe mit der vorhergehenden verwandt und schliesst sich zunächst an deren *var. gracillima* an. Möglicherweise könnte sie auch mit ebenso gutem Recht als eine Varietät unter *periplocifolia* aufgeführt werden, die jedoch solchenfalls entschieden mehr abseits steht als die übrigen. Sie wird vor allem durch eine breitere und kürzere Form der Blätter charakterisiert, die auf der Unterseite mit einem ausserordentlich dünnen, aber dichten weissen Wollfilz überzogen sind, so dass die Blätter fast das Aussehen erhalten, als seien sie unten mit weisser Farbe bestrichen; charakteristisch ist ausserdem die grosse und äusserst lockere Infloreszenz sowie vor allem die länger ausgezogenen Schnäbel an den Karpiden.

Die Infloreszenzen und die Früchte erinnern etwas an die von *W. divergens;* die Blätter sind jedoch ganz verschieden von denen bei dieser letzteren (sie sind vom *periplocifolia*-Typus), und die Karpiden sind nie einsamig, sondern typisch dreisamig. Wie *divergens* ist auch *diffusa* nur aus einem sehr begrenzten Gebiet in der Gegend von Guayaquil in Ecuador bekannt.

5. **Wissadula paraguariensis** CHOD. [Tab. VI. fig. 5].

CHODAT in Bull. de l'Herb. Boiss. Sér. II: 1. p. 400 (1901).

Syn.: *Wissadula oligomera* CHOD. l. c. p. 400.

» *periplocifolia* auct. pro parte.

» *periplocifolia* (L.) PRESL *var. genuina* HOCHR. in Ann. du Conserv. et du Jard. bot. Genève. 6. p. 28 (1902), pro parte. — CHOD. et HASSL. in Bull. de l'Herb. Boiss. II: 5. p. 289 (1905).

Wissadula periplocifolia (L.) PRESL *var. genuina* HOCHR. *f. parvifolia* CHOD. et HASSL., l. c. p. 289 (1905).

Frutex (vel herba) usque ad 1,5 m. altus, vulgo humilior, erectus et parce ramosus, ramis teretibus, ad 5 mm. diam., cortice rimuloso obtectis, ramulis novellis pilis stellatis albido-cinereis et majoribus interdum ferrugineis dense vestitis; internodia 2—4 cm. longa. Stipulæ subulatæ, caducissimæ, c. 2 mm. longæ. Petioli teretes vel supra plus minus applanati, dense breviterque stellato-tomentosi, usque ad 4 cm. longi, vulgo tamen 2—2,5 cm. longitudine metientes. Laminæ tenuiter vel rigide membranaceæ, cordatæ vel breviter triangulares, basi incisæ (incisura acuta, aperta, ad 1 cm. alta), apice obtusæ vel etiam rotundatæ, margine integerrimæ, supra virides vel

cinereo-virides et pilis stellatis minutis albidis dense vestitæ, subtus tomento albido-cinereo brevi densoque vestitæ, interdum (præsertim in foliis novellis) pilis majoribus ferrugineis intermixtis instructæ; nervi primarii 7—9 et secundarii validiores supra subplani subtusque prominentes, venulæ vix conspicuæ; laminæ 2,5—7 cm. longæ, 2—5,5 cm. latæ, vulgo tamen circ. 5 × 4 cm. metientes. Flores axillares, solitarii vel in panicula terminali ampla (ad 3,5 dm. longa), laxa dispositi; pedunculi graciles vel rigidi, glabriusculi vel plus minus dense, præsertim apicem versus, puberuli, 1,5—4,5 cm. longi. Calyx basi acutus, extus plus minus dense cinereo-puberulus et insuper pilis stellatis cinereis vel ferrugineis instructus, 3—3,5 mm. longus et in lacinias ovato-triangulares acutas c. 1—1,5 mm. longas et 1,5—2 mm. latas divisus. Corolla aurantiaca vel ochracea vel alba basique intus atropurpurea, 5—7 mm. longa et 4—4,5 mm. lata. Stamina 2,5—3 mm. longa, tubo brevissimo, glabro. Styli 4—5, andrœcio paulo longiores. Fructus 5-(4-)merus, turbinatus, circ. 11 mm. diam.; carpidia triangularia, glutinoso-nitentia et plus minus dense puberula, præsertim sursum pilis stellatis albidis majusculis instructa, una cum apiculo terminali brevi, ad 1 mm. longo 7,5—8,5 mm. metientia. Semina fusca, superiora globoso-reniformia et minute puberula, 2,5—3 mm. diam., inferius obconicum et apice dense albo-villosum, c. 2 mm. longum.

Bolivia: Gran Chaco, in ripa sicca fluminis Pilcomayo pr. Fortin Crevaux [R. FRIES n. 1636; herb. Regn.].

Paraguay: in regione cursus superioris fluminis Apá, in dumeto [HASSLER 8259; herb. Hassler.]; in dumetis insulæ Chaco-y pr. Concepcion [HASSLER 7579; ibid. et in Mus. Brit.]; Gran Chaco, ad ripam occidentalem flum. Paraguay, lat. S. 23° 20 —23° 30', in campis [HASSLER, pl. parag. a ROJAS collectæ n. 2405; herb. Hassl.]; ad Rio Pilcomayo [MORONG 1021[1]; Kew. et Mus. Brit. et in U. S. Nat. Herb.]; in regione cursus inferioris fluminis Pilcomayo [HASSLER, pl. parag. a ROJAS coll. n. 351; herb. Hassl.]; Asuncion »sur les bords des marais» [BALANSA 1626; Kew. et herb. Boiss.]; in dumetis Espinillar de Carapegua [HASSLER 1217; herb. Hassl. et Kew.]; Fuerte Olympo [ANISITS 2067, pro parte; herb. Regn.].

Argentina: Gran Chaco orient., Colonia Resistencia [G. NIEDERLEIN; herb. Berol.].

Wie erwähnt, steht diese Art *Wiss. periplocifolia* sehr nahe, und speziell ähnelt sie der *var. antillarum* derselben. Sie scheint mir jedoch als von *periplocifolia* verschiedene Art wegen der charakteristischen kurzen, dreieckigen und abgestumpften Blattform sowie der dichten Sternbehaarung auf der Oberseite der Blätter aufrechterhalten werden zu können (in den genannten Charakteren erinnert sie jedoch recht sehr an *var. antillarum*), ferner wegen der grossen Karpiden, die eine glänzende, glutinöse Oberfläche besitzen, und die besonders nach oben hin mit grossen, weissen Sternhaaren besetzt sind. Das pflanzengeographisch sehr wohl begrenzte Verbreitungsgebiet, das die Art besitzt, spricht auch zu Gunsten dieser Ansicht.

Die Art wird von den beiden CHODAT'schen *paraguariensis* und *oligomera* gebildet, die ich, nach Prüfung der Originalexemplare, in keiner wesentlichen Hinsicht artlich

---

[1] In Ann. New York Acad. Sc. 7. p. 57 (1892) als *Wissadula patens* (ST.-HIL.) GARCKE publiziert.

verschieden finden kann. Den ersten Namen habe ich hier vorgezogen, da der andere eine reduzierte Karpidanzahl andeuten würde, was keineswegs der Fall ist. An dem Typusexemplar zu *oligomera* finden sich zwei Früchte, und von diesen besitzt die eine 5, die andere 4 Karpiden, demnach die typische Anzahl und ein unbedeutendes, bei den *Wissadula*-Arten übrigens bisweilen vorkommendes Fehlschlagen, auf das sich keine Artenunterscheidung gründen lässt. Als Synonyme der Art sind oben auch HOCHREUTINER's *var. genuina* von *periplocifolia* und deren *f. parvifolia* CHOD. et HASSL. angeführt worden, beides nach Prüfung der Typusexemplare derselben.

6. **Wissadula boliviana** n. sp. [Tab. VI. fig. 20—21].

Frutex erectus, ramis brevissime denseque glauco-tomentellis, in partibus junioribus insuper pilis ferrugineis stellatis majoribus deciduis vestitis; internodia teretia, ad 5 cm. longa. Stipulæ lineari-lanceolatæ, acutæ, albido-tomentellæ, mox deciduæ, c. 4—7 mm. longæ et basi 1 mm. latæ. Folia longe petiolata; petioli trigoni, apicem versus subteretes, sicut caulis hirsuti et sursum dense pilis ferrugineis stellatis vestiti, 6—8 cm. longi, circ. $^2/_3$ longitudinis laminæ æquantes; laminæ membranaceæ, valde discolores, integerrimæ, ovatæ et longiuscule acuminatæ, basi cordatæ, incisura acuta aperta, supra virides et pilis stellatis et simplicibus minutissimis puberulæ, glabrescentes, subtus albidæ, dense et brevissime pilis stellatis tomentellæ et insuper præsertim in foliis junioribus pilis majoribus stellatis ferrugineis instructæ, 9-nerviæ, nervis validioribus supra et præsertim subtus elevatis, venulis supra conspicuis, subtus etiam elevatis; laminæ maximæ 9,3 cm. longæ et 5,2 cm. latæ. Flores in axillis foliorum superiorum siti nec non paniculam terminalem (in speciminibus visis nondum rite evolutam?) formantes; pedunculi floriferi circ. 5 mm. longi, fructiferi ad 1,5 cm. excrescentes et c. 7 mm. infra calycem articulati, subsparse pilis minutis stellatis vestiti. Calyx pilis stellatis cinereis et flavidis instructus, 2,5—3 mm. longus, in lacinias late triangulares, acutas, c. 1 mm. longas et basi 1,5—2 mm. latas divisus. Corolla (sicca) flava, 6—6,5 mm. longa, petalis cuneatis, apice rotundatis, c. 4,5 mm. latis, basi albido-hirsutis. Staminum tubus circ. 1 mm. longus, andrœcium petalis 1—1,5 mm. brevius. Fructus 4-merus; carpidia subrectangularia, supra in angulo externo acuta, erostrata, pilis stellatis cinereis et flavidis vestita, 5—6 mm. longa, 3,5 mm. lata. Semina tria, inter se similia, subreniformia, glabra, ad hilum albido-pilosa, c. 1,5 mm. diam.

Bolivia, sine loco indicato [MIGUEL BANG n. 2809; in Mus. Brit., Kew., Berol. et in U. S. Nat. Herb.].

Die Art ist unter dem Namen *Wissadula periplocifolia* (L.) PRESL verteilt worden [Vgl. RUSBY in Bull. New York Bot. Garden. 4. p. 328. 1907]. Sowohl in der Blatt- wie in der Fruchtform unterscheidet sie sich jedoch bedeutend von dieser und dürfte, auf Grund ihres Aussehens, eher innerhalb der *amplissima*-Serie zu placieren sein; sie nimmt jedoch einen ziemlich selbständigen Platz innerhalb der Gattung ein. Im Fruchtbau erinnert sie am meisten an *W. densiflora*, ist aber leicht von dieser zu

unterscheiden an der ovalen, zugespitzten Form der grösseren, deutlich diskoloren Blätter, einem anderen Blütenstand, den homospermen Karpiden usw.

7. **Wissadula patens** (St.-Hil.) Garcke.

Garcke in Zeitschr. für Naturw. Halle. 63. p. 123 (1890). — K. Schumann in Martius, Fl. bras. 12: 3. p. 443 (1891), pro parte. — E. G. Baker in Journ. of Botany 31. p. 70 (1893).

Syn.: *Abutilon patens* St.-Hil., Fl. bras. merid. I. p. 200 (1827). — G. Don, Gen. Syst. I. p. 500 (1831). — Walpers, Repert. Bot. Systemat. I. p. 326 (1842).

Sida patens Dietr., Synopsis plant. IV. p. 851 (1847).

Suffrutex c. 1 m. altus, ramosissimus, caule tereti, incano-tomentoso simulque pilis stellatis ferrugineis inspersis, ramis patulis. Stipulæ lineari-subulatæ, pilosiusculæ, 2—4 mm. longæ, sæpissime deciduæ. Petioli tomento caulis vestiti, 3—6 cm. longi, in foliis superioribus brevissimi. Laminæ membranaceæ, discolores, integerrimæ, ovatæ, basi truncatæ vel levissime cordatæ, apicem versus sensim breviterque angustatæ, supra virides (siccæ sæpius nigrescentes) et glabræ, in nervis validioribus solum sparsissime setosæ, subtus dense breviterque canescente-tomentosæ et insuper pilis stellatis majoribus ferrugineis laxe inspersis; nervi 7 e petiolis radiantes, ut venulæ supra impressi, subtus prominentes et reticulum laxum formantes; laminæ 4—16 cm. longæ et 2—10 cm. latæ. Flores axillares vel in panicula terminali multiflora collocati; pedicelli puberuli. Calyx basi acutus, tomentellus et pilis stellatis ferrugineis plus minus dense instructus, 2,5 mm. longus et in lobos triangulares, acutos, 1 mm. longos et 1,5 mm. latos divisus. Corolla aurato-lutea, calyce circ. duplo longior; petala cuneata, apice rotundata, ad margines basales breviter albo-tomentosa, c. 4 mm. longa et sub apicem 2,5 mm. lata. Tubus stamineus brevissimus, glaber; filamenta 2—2,5 mm. longa. Fructus 5-merus, vesicario-inflatus, glabriusculus, »lineas 3—4 mm.» longus [St.-Hil.]; carpidia acuminata, 2—3-sperma. Semina apice cordato-emarginata, nigrescentia, pilosiuscula, pilis sparsis, ad hilum crebrius hirsuta.

Guiana anglica: Berbice River [Jenman 5065; in herb. Kew.]. Surinam [Hostman 56; ibid. et in herb. Mus. Brit. et Berol.].

Brasilia tropica [Burchell 7420; Kew. — Martii Herb. Fl. bras. n. 1009; Berol., Kew. et Mus. Brit. — »pr. prædium vulgo Fasenda do Padre Manoel, in provincia Rio de Janeiro: St.-Hilaire; herb. Berol.].

Wie Schumann diese Art in Fl. brasil. abgrenzt, umschliesst sie zwei verschiedene Arten, sowohl die echte *patens* als die davon sehr verschiedene *parviflora*. In einer Anmerkung daselbst gibt er an, er habe keine Gelegenheit gehabt, eines der St.-Hilaire'schen Exemplare von *patens* zu prüfen, identifiziert aber ohne Bedenken nach der Beschreibung Martius' Nr. 1002 (ist verdruckt und muss 1009 sein) mit dieser; die beiden anderen zitierten Exemplare (Riedel 2025 und Schenck 3387) weichen nach ihm etwas in Behaarung und Blattform ab, doch findet er diese Unterschiede nicht so gross, dass nicht auch diese unter *patens* eingereiht werden könnten.

Bei einem Besuch in Berlin im vergangenen Sommer hatte ich das Glück, unter den unbestimmten *Abutila* im dortigen Museum ein ST.-HILAIRE'sches Typusexemplar von *Abutilon patens* (= *Wiss. patens*), das offenbar SCHUMANN's Aufmerksamkeit entgangen war, anzutreffen. Es zeigte sich dabei, dass die Vermutung dieses Forschers betreffs des erwähnten MARTIUS'schen Exemplars völlig richtig war. Dagegen scheint er mir bezüglich der beiden anderen Nummern einen Irrtum begangen zu haben, indem er mehrere andere wichtige Charaktere übersehen hat, die eine Aussonderung dieser Nummern notwendig machen: sie sind in Wirklichkeit unzweifelhaft mit *W. parviflora* zu identifizieren (s. unten). In diesem Fall hat SCHUMANN Exemplare von *parviflora* der *patens* zugewiesen, dazu verleitet durch die habituelle Ähnlichkeit, die sie auf ihrem noch nicht völlig entwickelten Stadium (sie sind nicht fruchttragend) mit dieser haben; bei einer anderen Gelegenheit hat er andere Exemplare mit *W. hernandioides* identifiziert (s. unten unter *W. parviflora*).

Die Art zeigt die grösste Ähnlichkeit mit *excelsior*, an die sie in Blattform und Habitus nicht wenig erinnert. Von ihr unterscheidet sie sich durch glatte Blattoberseite (nur auf den gröbsten Nerven sitzen vereinzelte, beinahe mikroskopische Borsten) sowie kürzeren, dichten Wollfilz auf der Blattunterseite (nicht flockig wollig), durch nicht so scharf zugespitzte Blätter usw.

Wissadula patens besitzt eine bisher bekannte Verbreitung von Guyana herunter bis zur Prov. Rio de Janeiro in Brasilien, wo sie von ST.-HILAIRE eingesammelt wurde.[1] Sie wird von CHODAT und HASSLER in Bull. de l'Herb. Boiss. Sér. II: 5, p. 289 auch von Paraguay angegeben, nach Exemplaren, eingesammelt von HASSLER (Nr. 1878) und bestimmt von SCHUMANN. Exemplare der fraglichen Nummer, die ich in HASSLER's Herbarium und im Nat. Hist. Mus. in London gesehen, gehörten jedoch keineswegs *W. patens* an. Dagegen habe ich gemeint, sie unter *W. macrantha* (s. unten unter dieser Art) einrangieren zu müssen.

In der Provinz Matto Grosso scheint die Art durch einen zwar unzweifelhaft nahestehenden, doch aber leicht von ihr zu unterscheidenden Typus ersetzt zu werden. Während alle oben zitierten Exemplare (JENMAN's, HOSTMAN's, BURCHELL's, ST.-HILAIRE's und MARTIUS') unter einander ausgezeichnet bis in die kleinste Einzelheit übereinstimmen,[2] weichen alle Exemplare, die ich aus der genannten Provinz gesehen, in mehreren Hinsichten ab, so dass ich sogar recht unschlüssig gewesen bin, ob sie nicht als selbständige Art abzusondern wären. Bis auf weiteres schien es mir jedoch das zweckmässigste, sie als eine Unterart unter *W. patens* aufzuführen:

---

[1] Ausser von den oben zitierten Lokalen, von wo ich selbst Exemplare geprüft, habe ich die Art auch aus der Prov. Ceará (Açude de Guaramiranga) von HUBER (in Bull. de l'Herb. Boiss. Sér. II: 1. p. 312) angegeben gesehen, nach welchem Verfasser die von dorther stammenden Exemplare ausser in den buschigeren Infloreszenzen völlig mit MARTIUS' Nr. 1009 übereinstimmen. Wie aus der Karte hervorgeht, würde dieses Lokal ausgezeichnet die mir sicher bekannten verbinden.

[2] Bemerkt sei jedoch, dass die spärlichen, äusserst kleinen Borsten auf der Oberseite der gröberen Nerven ganz an dem ST.-HILAIRE'schen Exemplare fehlen.

subsp. cuspidata nov. subsp. [Tab. II. fig. 1 et VI. fig. 22].

Syn.: *Wissadula patens* (ST.-HIL.) GARCKE ex PILGER in ENGL., Bot. Jahrb. 30. p. 170 (1901).

Frutex erectus, in parte foliosa subsimplex; internodia teretia, ad 3 cm. longa, brevissime glauco-tomentella et insuper pilis majoribus ferrugineis stellatis plus minusve dense instructa. Stipulæ lineari-lanceolatæ, c. 5 mm. longæ et vix 1 mm. latæ, diutius persistentes. Petioli elongati, indumento caulis vestiti, 4—7 cm. longi, laminis 2—3-plo breviores. Laminæ membranaceæ, integerrimæ, valde discolores, ovatæ et longiuscule cuspidatæ, basi rotundatæ vel leviter cordatæ (lobis basalibus rotundatis, incisura ad 1/2 cm. alta, acuta et aperta), supra virides, glaberrimæ, subtus argenteo-canescentes, brevissime denseque tomentellæ, 7—13 cm. longæ et 3—7 cm. latæ, in foliis superioribus decrescentes. Inflorescentia effusa multiflora, pedunculis gracilibus, puberulis, 1,5—3 cm. longis. Calyx basi acutus, viridis et minute puberulus, 2,5—3 mm. longus, lobis ovatis acutis, 1 mm. longis et basi 1,5 mm. latis. Corolla sicca pallide flavida, 8 mm. diam., petalis spathulatis, 3,5—4 mm. longis et infra apicem c. 3 mm. latis. Tubus stamineus brevissimus, filamenta c. 2,5 mm. longa. Fructus 4—5-merus, subglobosus, minute puberulus, cum rostris carpidiorum 1—1,5 mm. longis c. 8 mm. diam. et longitudine metiens. Semina uniformia, nigra, globoso-pyriformia, rugulosa, 2 mm. longa et 1,5 mm. diam.

Brasiliæ prov. Matto Grosso: »zerstreut auf trocknem Boden im Uferwald am oberen Jatobá» [PILGER n. 658; Berol.]. Santa Anna da Chapada [in »capoeira», loco sicco, et in ripa rivuli. MALME II: 2128 et 2128 *a*; herb. Regn. — PERCY SLADENS Exped.; leg. ROBERT n. 341; in herb. Mus. Brit.]; pr. Melgaço, in capoeira temp. pluv. ± inundata ripæ fluminis Cuyabá [MALME; herb. Regn.].

Von der Hauptart weicht *cuspidata* hauptsächlich in folgenden Hinsichten ab. Die Blätter sind grösser und bedeutend länger gestielt; ihre Unterseite ist heller gefärbt, schön silbergrau; die Blattbasis ist rund, nicht oder nur unbedeutend herzförmig eingebuchtet, aber auch in solchem Fall bildet die Blattbasis im ganzen eine kreisrunde Bogenlinie, während die Hauptart eine abgestumpfte oder ausgeschweifte Blattbasis (mehr von dem *periplocifolia*-Typus) hat; die Blattspitze ist bei *cuspidata* abgesetzt und lang ausgezogen, während bei der typischen *patens* die Blätter kurz und gleichmässig nach oben zu schmäler werden ohne abgesetzte Spitze; bei der ersteren ist ausserdem die Blattspreite oben vollständig glatt, während die letztere, wie erwähnt, auf den gröberen Nerven kurze, kleine, sehr spärliche Borsten trägt, wodurch die Nerven bei Berührung sich rauh anfühlen.

Im Vergleich mit der Hauptart besitzt *cuspidata* ein kleineres Verbreitungsgebiet; alle die oben zitierten, aus verschiedenen Gegenden der Prov. Matto Grosso eingesammelten Exemplare, die ich gesehen, stimmen nämlich in allem ausgezeichnet mit einander überein und bilden einen deutlichen Gegensatz zu den aus anderen Gegenden herstammenden. Die Verbreitungsgebiete der Hauptart und der Unterart fallen demnach auch nicht zusammen, was ja auch dafür spricht, dass sie Sippen von recht

hohem systematischem Rang repräsentieren, möglicherweise sogar der Art nach verschieden sind.

8. **Wissadula excelsior** (Cav.) Presl. [Tab. II. fig. 2].

Presl, Reliquiæ Hænkeanæ II. p. 118 (1836). — Walpers, Repert. Bot. Systemat. I. p. 328 (1842). — Triana et Planchon in Ann. Sc. nat. Sér. IV. Bot. Tome 17. p. 187 (1862). — Hemsley in Biol. Centr. Amer. Bot. I. p. 108 (1879).

Syn.: *Sida excelsior* Cav., Diss. I. p. 27. tab. 5. fig. 3 (1785). — Willd., Sp. pl. III. p. 742 (1800). — DC., Prodr. I. p. 468 (1824). — Dietrich, Syn. plant. IV. p. 851 (1847).

Sida calophylla Poepp. in herb.

Abutilon excelsior G. Don, Gen. syst. I. p. 500 (1831).

Wissadula periplocifolia et *zeylanica* auct. pro parte.

» » *var. Wrightiana* Gris., Cat. pl. Cubensium p. 26 (1866). — Hochreutiner in Ann. du Conserv. et du Jardin bot. de Genève 6. p. 28 (1902).

Wissadula zeylanica Med. *var. Wrightiana* E. G. Bak. in Journal of Botany 31. p. 70 (1893).

Wissadula zeylanica Med. *var. guatemalensis* E. G. Bak., l. c. p. 70 (1893). — Donnel Smith in Pittier, Primitiæ Fl. costaric. Tome II: 1. p. 41 (1898).

Wissadula periplocifolia Presl *var. guatemalensis* Hochr. l. c. p. 28 (1902).

Wissadula ferruginea Garcke et K. Schum. in Mart., Fl. bras. 12: 3. p. 443 (1891).

Frutex erectus, parce ramosus, ramulis brevissime cinereo-tomentellis et insuper pilis stellatis stipitatis majoribus ferrugineis numerosis, in partibus novellis interdum densissime vestitis; internodia ad 5 cm. longa. Stipulæ lineari-subulatæ, tomentellæ, 4—6 mm. longæ. Petioli teretes vel supra applanati, longitudinaliter striatuli, indumento ramulorum vestiti, $^1/_2$—4 cm. longi et laminis ter—multoties breviores. Laminæ integerrimæ, membranaceæ, ovatæ vel oblongo-ovatæ, longe cuspidatæ et summo apice acutæ, basi rotundatæ vel leviter cordatæ (incisura aperta, acuta, ad $^1/_2$ cm. alta), supra virides vel obscure virides et pilis simplicibus adpressis sparse, in nervis densius instructæ, scabridæ, demum glabrescentes et fere glabræ, subtus pallide virides vel sæpius cinereo-ferrugineæ, pilis stellatis cinereis plus minus dense vestitæ et vulgo ceterum, præsertim in nervis, pilis ferrugineis instructæ, molles, 7-nerviæ, nervis validioribus supra planis vel impressis, subtus prominentibus, venulis supra vulgo impressis subtusque prominulis et reticulum laxiusculum formantibus; laminæ 6—12 cm. longæ et 2,5—6 cm. latæ. Inflorescentiæ paniculatæ, oblongo-ovoideæ, multifloræ, floribus subdense dispositis breviterque pedunculatis, pedicellis puberulis et pilis stellatis stipitatis ferrugineis plus minus dense instructis, $^1/_2$—1 cm. longis vel etiam brevioribus, fructiferis paulo excrescentibus et 1—1,5 cm. longis. Calyx basi acutus, minute puberulus et plus minusve dense stellato-ferrugineo-hirsutus, 2,5—3,5 mm. longus, in lacinias ovato-triangulares acutas, 1—1,5 mm. longas et latas divisus. Corolla flavida; petala

3,5—4 mm. longa et 2,5—3 mm. lata, rotundato-spathulata. Staminum tubus ½—1 mm. longus, crassus, filamenta libera 1,5 mm. longa. Fructus 5-merus, puberulus, maturus nigrescens, membranaceus et fragilis, turbinatus vel depresse globosus, c. 12 mm. diam.; carpidia obovata, 8 mm. longa et ½—1 mm. longe apiculata. Semina globoso-pyriformia, nigra, minutissime puberula et ad hilum sparse albo-pilosa, 2 mm. longa et 1,5 mm. diam.

America centralis: Mexico, Prov. de Vera Cruz [LINDEN 1377; herb. Kew.]; ibid. ad Hacienda Mirador [NELSON 82; U. S. Nat. Herb.]. — Guatemala, Mazatenanjo in dumetis [BERNOULLI 55; Kew.]; Depart. Alta Verapaz, Cubilquitz [DONNEL SMITH 7820; ibid. et in U. S. Nat. Herb.]. — Honduras, Stann Creek [ROBERTSON 130; herb. Mus. Brit.]. — Nicaragua, Chontales [TATE 33 (417); ibid. et Kew.]; Mosquitoküste [WULLSCHLÄGEL; herb. Berol.]. — Costarica, Puesto Viejo [PITTIER et DURAND 7377; herb. Mus. Brit.]; San José, Tucurique [TONDUZ 13144; ibid., Kew. et U. S. Nat. Herb.]; Prov. Cartago, Rio Turrialba [DONNEL SMITH 4749; Kew. et U. S. Nat. Herb. — idem 6451; ibid. et Mus. Brit.]. — Panama [SEEMAN 474; herb. Holm., Kew. et Mus. Brit. — SINCLAIR; Kew. — Chagres: FENDLER 22; ibid.].

India occidentalis: Cuba [Pl. Cub. Wrightianæ 2050 (partim; »Lagunillas; pine hills»); herb. Holm. — Wright 2053; ibid., Kew. et Mus. Brit.].

America australis: Columbia, Villavicencia [SPRAGUE 85; herb. Kew.]. — Peru, prov. Maynas pr. Yurimaguas [PÖPPIG 2447; Berol.]. — Bolivia, Mapiri [MIGUEL BANG 1512[1]; U. S. Nat. Herb., Mus. Brit., Kew. et Berol.]. — »W. South America», sine loco indicato [PEARCE; Mus. Brit.].

Es ist mir nicht gelungen, das Originalexemplar dieser Art zur Prüfung zu erhalten. Es stammt aus Peru her, wo die Art zuerst von J. DE JUSSJEU angetroffen wurde. In Übereinstimmung mit E. G. BAKER, HEMSLEY u. a. habe ich jedoch gemeint, die Art, welche die hier zitierten, zahlreichen Exemplare repräsentieren, mit CAVANILLES' *Sida excelsior* identifizieren zu müssen. Eine andere Auffassung vertritt SCHUMANN in Fl. brasiliensis, wo er als einzigen Repräsentanten für *Wissadula ferruginea* (= *Abutilon ferrugineum* HBK.) PÖPPIG's Nr. 2447 anführt, die ich ohne Bedenken hierher zu *excelsior* stelle. Wenn genanntes Exemplar mit CAVANILLES' und KUNTH's Beschreibungen verglichen wird, stimmt es nämlich am besten mit der des ersteren überein; besonders sei auf die Behaarung der Blätter hingewiesen. Eine Prüfung der betreffenden Typusexemplare von *excelsior* und *ferruginea* ist jedoch notwendig, um endgiltig diese Sache zu entscheiden; bis auf weiteres scheint mir jedoch alles gegen SCHUMANN's Auffassung zu sprechen; auch wenn die beiden sich als ein und dieselbe Art erweisen sollten, kommt doch dem Artnamen *excelsior* die Priorität zu. Betreffs *W. ferruginea*, einer mir noch unbekannten Art, siehe im übrigen unten.

Der *Wissadula excelsior* ist von verschiedenen Verfassern ein recht verschiedener systematischer Rang zuerteilt worden. Mehrere, wie z. B. GRISEBACH in Fl. Brit. W. Ind. Islands p. 77, setzen sie als Synonym zu *periplocifolia* (*zeylanica*), welche Art dann in weiterem Umfange genommen wird, als es hier geschehen ist. Auch

[1] Von RUSBY in Mem. Torrey Bot. Club VI. p. 11 (1896) als *Wissadula rostrata* (SCHUM. et THONN. HOOK. publiziert.

SCHUMANN zitiert *W. excelsior* PRESL als Synonym zu *periplocifolia*, wie auch *Sida excelsior* CAV. pro parte; weshalb pro parte? E. G. BAKER dagegen folgt GRISEBACH's späterem Verfahren in Cat. pl. cub., wo er die Art als eine *var. Wrightiana* unter *periplocifolia* absondert. Als eine andere Varietät unter dieser Art stellt BAKER ausserdem eine *var. guatemalensis* auf, die sich wohl durch grössere und breitere Blätter mit spärlicherer Behaarung auszeichnen soll. Unstreitig weichen einige der oben zitierten Exemplare in den genannten Hinsichten recht sehr von dem typischen ab, der Übergang zur Hauptform ist aber stetig. Es kann zwar oft eine Geschmackssache sein, ob eine Varietät aufzustellen ist oder nicht; doch scheint mir in diesem Fall die Grenze allzu vage zu sein, wozu kommt, dass die unterscheidenden Charaktere durchaus nicht immer kombiniert vorkommen, so dass *guatemalensis* ebenso gut als eine Standortform aufgefasst werden kann.

Wissadula excelsior steht *W. patens* am nächsten. Von dieser ist sie leicht zu unterscheiden durch die scharfspitzigen Blätter, das Vorkommen zerstreut stehender einfacher Haare auf der Oberseite der Blätter, durch das lichtere, lockrere Sternhaarkleid auf ihrer Unterseite sowie den mehr rostbraunen Farbenton besonders auf den jüngeren Sprossteilen.

Die Art hat eine westliche Verbreitung in Amerika. Sie kommt auf Kuba und in Mexiko sowie Zentralamerika vor und folgt von da aus den Anden südwärts bis nach Bolivia herunter. Sie bildet in diesen Gegenden eine korrespondierende Art zu der durch eine östliche Verbreitung ausgezeichneten *patens*.

9. **Wissadula parviflora** (ST.-HIL.) R. E. FR. [Tab. III. fig. 2 et VI. fig. 23].

Syn.: *Abutilon parviflorum* ST.-HIL., Fl. bras. merid. I. p. 201 (1827). — G. DON, Gen. syst. I. p. 500 (1831). — WALPERS, Repert. I. p. 326 (1842).

Abutilon parviflorum ST.-HIL. *var.* β *luteum* ST.-HIL. l. c. p. 202.

Sida pauciflora DIETR., Syn. plant. 4. p. 851 (1847).

Wissadula patens K. SCH. in MART., Fl. bras. 12: 3. p. 443 (1891), pro parte.

» *hernandioides* et *rostrata* auct. pro parte.

Frutex erectus, in parte foliosa simplex vel parce ramosa, trunco cortice cinereo-fusco rimuloso obtecto, ad 7 mm. crasso, internodiis junioribus teretibus, 3—10 cm. longis, cinereo-tomentellis et insuper pilis stellatis stipitatis ferrugineis plus minus dense, interdum densissime vestitis, demum glabrescentibus. Stipulæ lanceolatæ vel lineari-lanceolatæ, acutæ, stellato-pilosæ, 5—7 mm. longæ et 1—2,5 mm. latæ. Petioli indumento caulis vestiti, subteretes et longitudinaliter striatuli, longitudine valde variabiles, 2—13 cm. longi, foliorum superiorum brevissimi. Laminæ membranaceæ, discolores, integerrimæ vel rarius in foliis primariis irregulariter crenulatæ, ovatæ vel triangulari-ovatæ, foliorum superiorum lanceolatæ, basi cordatæ (incisura acuta, ad 1,5 cm. alta), apicem versus sensim et longiuscule angustata, supra virides (siccis sæpe nigrescentes), pilis simplicibus adpressis laxe, ad marginem densius vestitæ, scabræ, pilis stellatis sparsis, præcipue in nervis sitis intermixtis, subtus canescente-

tomentellæ et insuper pilis majoribus stellatis cinereis vel ferrugineis plus minus dense instructæ; nervi primarii utrinque sed subtus magis prominuli; laminæ magnitudine valde variabiles (usque ad 18 cm. longæ et 12 cm. latæ), vulgo circ. 8 × 4,5 cm. metientes. Flores in axillis foliorum superiorum siti, ramulo accessorio florifero comitati, et ad apices ramorum collocati paniculamque effusam multifloram formantes; pedunculi puberuli, floriferi 0,5—1,5 cm. longi, fructiferi ad 5 cm. excrescentes, stricti et erecti, c. 7 mm. infra calycem articulati. Calyx basi acutus, puberulus, 3,5—4 mm. longus et in lobos ovatos acutos, 1,5—2 mm. longos et latos divisus. Corolla albida vel flavida; petala cuneata vel oblanceolata, basi ad margines pilosula, 5—7 mm longa et 2—3,5 mm. lata. Androecium 3,5—4 mm. longum, tubo pilosulo circ. ½ mm. longo. Styli 5, stamina paulo superantes. Fructus 5-merus, turbinatus, puberulus, maturus glabrescens et nigrescens, inflatus fragilisque, 1,5—2 mm. diam.; carpidia triangulari-obovata, 5,5—6 mm. lata et 9—11 mm. longa et insuper rostra 2—4 mm. longa divergentia superne ad angulum externum gerentia. Semina uniformia, globoso-reniformia, nigra, rugulosa et ad hilum parce albo-hirsuta, 2 mm. diam.

Brasilia: sine loco indicato [BURCHELL 4508 et 4999; herb. Kew. — MENDONÇA n. 270; Berol.]. Rio de Janeiro [Novo Friburgo in capoeira: ULE n. 3629; ibid. — Friburgo: MENDONÇA 1047; ibid.]. Minas Geraës: sine loco accuratius indicato [WIDGREN n. 521, 522 et 524; in herb. Regn.]; Casa da Pedra [Comm. Geogr. e Geol. de Minas n. 1977; leg. SILVEIRA; herb. Berol.]; José Correa pr. Ouro Preto [SCHWACKE n. 7392; ibid.]; Queluz in campos [SCHENCK 3387; ibid.]; Caldas [MOSÉN 411 et LINDBERG 296 *a*; herb. Regn. — REGNELL I: 22; ibid. et in herb. Ups. et Berol.]. Prov. São Paulo: pr. urbem S. Paulo [ST.-HILAIRE; Berol.]; Voltuvera [WEIR n. 493; herb. Kew. et Mus. Brit.]; inter Rio Jaguary et Serra de Caracol, loco sicco aprico [MOSÉN 1120; in herb. Regn.]; Campinas [HEINER; ibid.]; inter Itu et Sorocaba [RIEDEL 2025; Kew.]. Prov. Paraná: Capão grande in fruticetis [P. DUSÉN n. 3955; herb. Regn.].

Die Exemplare, die ich hier angeführt, repräsentieren eine meines Erachtens sehr wohlbegrenzte und gute *Wissadula*-Art. Ich habe sie hier aus mehreren Gründen mit ST.-HILAIRE's *Abutilon parviflorum* identifiziert, und zwar obwohl ich nicht dessen Typusexemplar gesehen habe. Doch stimmen die mir zugänglichen Exemplare ausgezeichnet mit ST.-HILAIRE's ausführlicher Beschreibung überein und ebenso bezüglich der geographischen Verbreitung. ST.-HILAIRE stellt auch eine Varietät *lutea* unter seiner Art auf, und von dieser habe ich Gelegenheit gehabt, ein ST.-HILAIRE'sches Exemplar im Berliner Bot. Museum zu prüfen, das offenbar SCHUMANN's Aufmerksamkeit entgangen ist. Dieses ist mit meinen Exemplaren identisch, und da es nur in Geringfügigkeiten sich von der Hauptart unterscheiden soll, so bestärkt es mich in der Identifizierung meiner Exemplare mit *parviflora*. Die Varietät scheint es mir nämlich nicht zu verdienen, als besondere aufrechterhalten zu werden, da die Charaktere, auf die sie sich gründet, sich als innerhalb der Gattung allzu variabel erwiesen haben; nur das, dass die Karpiden der *var. lutea* um ein Drittel länger sein sollen als die der Hauptart, scheint mir der Beachtung wert zu sein; da aber auch für die Hauptart ein Mass angegeben wird, das mit den Früchten, die ich gesehen, überein-

stimmt, so scheint mir, als wenn auch auf dieses letztere Merkmal kein sonderliches Gewicht zu legen ist.

Von späteren Verfassern ist die Art übersehen oder mit der folgenden Art vereinigt worden. Über dieses letztere Verfahren ist nicht viel zu sagen; es beruht auf einer weiteren Auffassung von der Begrenzung dieser Art. Eigentümlicher ist dagegen SCHUMANN's Verfahren in Fl. brasiliensis, wo er einige Exemplare (MOSÉN 411, WIDGREN, REGNELL I: 22, MENDONÇA 1047) unter *hernandioides*, andere dagegen (RIEDEL 2025, SCHENCK 3387) unter *patens* zitiert. Hat man jedoch nur einmal das Charakteristische der fraglichen Art erkannt, so bereitet es keine Schwierigkeit, sie stets wiederzuerkennen.

Die engste Verwandtschaft zeigt *W. parviflora* wohl mit *Wiss. amplissima.* Sie wird gegenüber dieser und den übrigen vor allem durch die grossen Früchte, die grössten innerhalb der Gattung, die mit ungewöhnlich langen Schnäbeln versehen sind, charakterisiert; bei der Reife werden diese schwarz, nehmen eine papierartige Konsistenz an und sehen wie aufgeblasen aus; sie sitzen dann an langen, ungewöhnlich steifen Stielen befestigt. Kennzeichnend für die Art sind ausserdem die breiten Nebenblätter, sowie die charakteristische Behaarung der Blattoberseite, gebildet aus mehr oder weniger dicht stehenden Sternhaaren, sowie besonders nach dem Blattrande zu vorkommende einfache, kurze, niederliegende Borsten.

Wissadula parviflora ist auch in ihrer geographischen Verbreitung wohlbegrenzt. Sie ist nämlich nur aus den Küstenprovinzen Brasiliens von Minas Geraës bis nach Paraná herunter bekannt. ST.-HILAIRE's Exemplare der Art stammen aus der Prov. Minas Geraës her, seine Varietät *lutea* von São Paulo.

10. **Wissadula amplissima** (L.) R. E. FR. [Tab. IV. fig. 1—2 et VI. fig. 12—14].

Syn.: *Sida amplissima* L., Sp. pl., ed. I. p. 685 (1753).

» *periplocifolia* β. L., Sp. pl., ed. II. p. 963 (1763).

» *stellata* CAV., Diss. I. p. 27. tab. 5. fig. 4 (1785). — G. DON, Gen. syst. p. 499 (1831), ex HOOK., Nig. Fl. p. 229 (sub *rostrata*).

Sida hernandioides L'HÉRIT., Stirp. nov. II. p. 121. tab. 58 (1789). — WILLD., Sp. pl. III. p. 742 (1801). — PERS., Syn. plant. II: 1. p. 243 (1806). — DC., Prodr. I. p. 468 (1824).

Sida periplocifolia Sw., Observ. bot. p. 260 (1791).

» *polyantha* SCHLECHT. in LINK, Enum. horti berol. II. p. 204 (1822). — DC., Prodr. I. p. 468 (1824). — DIETR., Syn. plant. IV. p. 851 (1847).

Sida laxiflora STEUD., Nom. bot., ed. II: 2. p. 578 (1841). — DIETR., l. c. p. 852.

» *periplocifolia* L. *var.* β *caribæa* DC., Prodr. I. p. 468 (1824).

» *rostrata* SCHUM. et THONN., Beskr. af Guin. plant. p. 306 (1827).

» (*Abutilon*) *heterosperma* HOCHST. mscpt. in pl. Kotschyan. — VISIANI, l'Orto bot. di Padova p. 146 (1842). — WALP., Rep. bot. syst. II. p. 792 (1843).

Sida Hermanniæ DIETR., Syn. plant. IV. p. 851 (1847), sphalm.

» amplissimo folio caule villoso PLUM. Pl. amer., ed. BURM. p. 2. tab. 3 (1755).

Sida foliis subrotundo-cordatis acuminatis integerrimis ROY. Lugd. p. 350 (1740).

Abutilon hernandioides et *polyanthum* SWEET, Hort. Brit., ed I. p. 53 (1827).

» *polyandrum* G. DON, Gen. Syst. I. p. 500 (1831), sphalm. [non WGHT. et ARN.].

Abutilon laxiflorum GUILL. et PERR., Fl. Seneg. I. p. 66 (1831—33). — WALPERS, Repert. I. p. 323 (1842).

Abutilon laxiflorum var. paritioides GUILL. et PERR., l. c.

» *mucronulatum* A. GRAY in Proc. Am. Acad. 5. p. 175 (1862).

» *Nealleyi* COULT. in Contr. U. S. Nat. Herb. I. p. 32 (1890) et II. p. 41 (1891); ex ROBINSON in A. GRAY, Syn. Fl. of N. Am., Vol. I: 1. p. 326 (1897).

Abutilon amplissimum OK., Rev. gen. pl. III: 2. p. 17 (1898), variet. exclus.

» *periplocifolium* auctorum pro parte; e. gr. GRIS., Fl. brit. W. Ind. Islands. p. 77 (1864).

Abutilon periplocifolium var. caribæum G. DON, Gen. Syst. I. p. 500 (1831).

Wissadula rostrata PLANCH. in HOOK., Nig. Flora p. 229 (1849). — MAST. in OLIVER, Fl. of trop. Afr. I. p. 182 (1868). — E. G. BAKER in Journ. of Bot. 31. p. 69 (1893). — ROBINSON in A. GRAY, Syn. Fl. of N. Am., Vol. I: 1. p. 326 (1897).

Wissadula heterosperma HOCHST. mscpt. in pl. Schimper.

» *mucronulata* A. GRAY in TORREY, Bot. Mex. Bound. p. 39 (1858). — HEMSLEY, Biol. Centr. Am. Bot. I. p. 108 (1879). — GARCKE in Zeitschr. für Naturw. Halle. 63. p. 124 (1890). — COULTER in Contr. U. S. Nat. Herb. II. p. 42 (1891).

Wissadula hernandioides GARCKE, l. c. p. 122 (1890), pro parte. — K. SCHUMANN in MARTIUS, Fl. bras. 12: 3. p. 439 (1891) et in ENGLER-PRANTL, Nat. Pfl.-fam. 5 (Nachträge) p. 236; partim.

Wissadula periplocifolia PRESL *var. heterosperma* HOCHR. in Ann. du Cons. et du Jard. bot. de Genève. 6. p. 28 (1902).

Wissadula periplocifolia var. hernandioides GRIS., Cat. pl. cub. p. 25 (1866). — HOCHR. l. c. p. 29.

Suffrutex (vel frutex) erectus, ramulis brevissime tomentellis et insuper pilis stellatis majoribus plus minusve instructis; internodia teretia vel obtuse angulata, longitudine valde variantia, 1—10 cm. longa. Stipulæ lineares vel lineari-filiformes, acutæ, tomentellæ et stellato-hirsutæ, 5—10 mm. longæ et 0,5—1 mm. latæ, diutius persistentes. Foliorum petioli indumento caulis vestiti, longitudinaliter striatuli, laminis circ. duplo brevioribus, 1—10 cm. longi et apicem versus ramorum decrescentes. Laminæ membranaceæ vel tenuissimæ, integræ, rotundato-ovatæ vel ovatæ, mediocriter vel longe acuminatæ et summo apice acutissimæ vel obtusiusculæ, basi profunde cordatæ (incisura ad 1,5 cm. alta, aperta vel vulgo angusta, lobis basalibus interdum invicem tegentibus), supra glabræ vel vulgo plus minusve, interdum densissime et molliter stellato-tomentellæ, virides vel canescentes, subtus dense et breviter vel brevissime cinereo-tomentellæ, pilis majoribus stellatis inspersis; nervi primarii 7—9 ut reticulum sublaxum subtus prominuli; laminæ magnitudine valde variabiles, 5—15 cm. longæ et 3—12 cm. latæ, vulgo circ. 9 × 5 cm. metientes. Flores axillares vel in pa-

nicula terminali, effusa, vulgo ampla dispositi, ramis erectis vel rarius squarroso-divaricatis; pedunculi graciles et stricti, puberuli vel tomentelli, floriferi 1—2 cm. longi, fructiferi ad 3,5 cm. excrescentes, florum axillarium etiam longiores, c. ad tertiam partem superiorem articulati. Calyx basi acutus, extus puberulus, 3—4 cm. longus et in lacinias 1—1,5 mm. longas et 1,5 mm. latas, ovato-triangulares divisus. Corolla flava, 4—6 mm. longa; petala cuneato-spathulata, basi ad margines minute pilosula. Andrœcium 2,5—4 mm. longo, tubo circ. $^1/_2$—1 mm. longo, minutissime pilosulo. Fructus 4—5-merus, puberulus, globosus vel stellato-turbinatus; carpidia una cum apiculo $^1/_2$—1,5 mm. metiente 6—10 mm. longa. Semina nigra, c. 2 mm. diam., conspicue vel rarius vix difformia, superiora globoso-cordiformia, punctata et minute, ad hilum densius, albo-pilosa, inferius subobovoideum et superne truncatum, vulgo dense et superne longius albo-villosum.

var. α typica.

Folia supra vulgo dense cinerascente-tomentella; corolla circ. 4 mm. longa; fructus subglobosus; carpidia cum apiculo $^1/_2$—1 mm. longo 6—8 mm. metientia.

America centralis: Texas [Herb. Berlanderianum Texanum n. 3109; Kew. et U. S. Nat. herb. — Hidalgo (Mexico?): G. C. NEALLEY; U. S. Nat. Herb.]. — Mexico: Prov. Huasteca, Wartenberg pr. Tantoyuca [ERVENDBERG 152; Kew.]; Prov. Jalisco [Etzatlan: ROSE 7547; U. S. Nat. Herb. — Tequila: PRINGLE 4603; ibid. et Holm., Berol., Kew. et Mus. Brit. — Guadalajara: ROSE 7354; U. S. Nat. Herb.]; Prov. Morelos, Cuernavaca [ROSE 11091 et 11202; ibid.]; Prov. Michoacan et Guerrera, El Calabazal [LANGLASSÉ 484; Berol.]; Oaxaca, alt. 5300 ped. [PRINGLE 5709; U. S. Nat. Herb.]. — Honduras: Dep. S:a Barbara, San Pedro Sula [DONNEL SMITH 5149; ibid.].

India occidentalis: Cuba [Herb. SUTTLEWORTH; Mus. Brit. — Pl. Wright. 2050; Kew. — Prov. Pinar del Rio, in montibus pr. El Guama: PALMER et RILEY 168; U. S. Nat. herb. — Prov. S:a Clara, pr. Cienfuegos: PRINGLE 36; ibid.]. Jamaica [SWARTZ; Holm. — MAC FADYEN, WRIGHT, MARCH, HARRIS 5452; Kew.]. Haiti [EHRENBERG; Berol. — Marquisant pr. Port-au-Prince: V. JACQUEMONT; Kew.]. Portorico [BALBIS; Berol. — Coamo Springs: P. GOLL 728; U. S. Nat. herb. — SINTENIS 3017; Kew. et Mus. Brit.].

America australis: Columbia [S:a Martha: HERBERT SMITH 716; Holm., Berol., Kew., Mus. Brit. et U. S. Nat. Herb. — Prov. Bogotá: TRIANA 3162 (5292); Kew et Mus. Brit. — Prov. Cauca, Inzá: LEHMANN n. 1825; Berol.]. Venezuela, Puerto Cabellos [KARSTEN 58; ibid.]. Brasilia, Prov. Pará in vicinibus Santarem [SPRUCE; Mus. Brit.].

f. lobulata.

Syn.: *Wissadula rostrata* PLANCH. ex ROSE in Contr. U. S. Nat. Herb. I. p. 306 (1895).

Foliorum laminæ minores (maximæ observatæ 6 cm. longæ et 4,5 cm. latæ), longissime stipitatæ (petiolis ad 7 cm. longis), supra et subtus parcius stellato-tomentellæ, rotun-

dato-ovatæ, basi leviter cordatæ margineque irregulariter, interdum indistincte crenulatæ; laminæ inferiores trilobulatæ, lobo medio c. 1,5—2 cm. longo, lateralibus c. 1/2 cm. longis.

America centralis: Texas: Brownsville, Esperanzo Ranch [BARBER n. 37; U. S. Nat. Herb. — Mexico: Colima [PALMER n. 1137; ibid. et in Kew., Mus. Brit. et Berol.].

var. β rostrata (SCHUM. et THONN.). R. E. FR.

Folia supra glabra, puberula vel rarius dense molliterque tomentella; corolla 5—7 mm. longa; fructus stellato-turbinatus, interdum supra truncatus; carpidia una cum rostro 1—1,5 mm. longo 7—10 mm. metientia.

Africa orientalis et centralis. Erythrea, Ghinda [SCHWEINFURTH et RIVA 2117; Kew.] et Keren [STEUDNER 1136; ibid.]. Abessinien [SCHIMPER 391; ibid. — idem. 407; Mus. Brit. — idem. 1502 pr. Dscheladscheranne; Kew. et Holm. — Bogos, 5500 ped.: HILDEBRANDT 558; Mus. Brit.]. Callabat, pr. Matamma [SCHWEINFURTH 1641; ibid. et Kew.]. Cordofan [PFUND 280; Kew. — KOTSCHY n. 286; ibid., Mus. Brit., Ups. et Holm.]. Centr. Africa, »im Lande der Djur [SCHWEINFURTH 2368; Kew.]. Uganda [WILSON 53; ibid. — BAGSHAWE 857; Mus. Brit.]. Pr. Mumia [WHYTE; Kew.]. Ruwenzori [SCOTT ELLIOT n. 7894 et 8036; ibid. et Mus. Brit.]. Nyassaland [WHYTE; ibid.]. Rhodesia, Victoria-Falls [FRED EYLES 142; Mus. Brit.]. Manganja Hills [LIVINGSTONE's Zambesi Exp.; coll. C. J. MELLER; Kew.].

Africa occidentalis: Ins. Cap Verde, S:t Jago [STAUNTON; Mus. Brit. — CARDOSO 216; Kew. — Os Orgãos: R. F. LOWE; ibid. — »On the road to S. Lorenzo: LOWE; ibid.]. Senegal [ROGER; ibid. PERROTTET 74; Mus. Brit.]. Gambia [ibid.]. Sierra Leone [AFZELIUS; Ups. — Regent: SCOTT ELLIOT 3986; Kew. et Mus. Brit.]. Guinea [THONNING; Holm.]. Gold Coast, Aburi [BROWN 879; Kew.]. Togo pr. Lome [WARNECKE 176; ibid.]. Lagos [J. B. DAWODU 40 et 308; ibid. et Berol. — pr. Gun River: MILLEN 74; Kew.]. Nigeria [Okuni: HOLLAND 245; Kew. — Ogurude Cross River: HOLLAND 263; ibid. — Niger Exped.: VOGEL, BARTER 304, 1043 et 1717; Kew.]. Kamerun, Yaúnde [ZENKER et STAUDT 551; Holm., Kew., Mus. Brit. et U. S. Nat. Herb.]. Ins. St. Thomæ [A. MOLLAR 29; Kew. — G. DON; Mus. Brit.]. Congo [SMITH; ibid.]. Angola [MONTEIRO; Kew. WELWITSCH 4908, 4909 et 4910; ibid. et Mus. Brit. — inter Trombeta et Cabondo: WELWITSCH 4911; Mus. Brit.].

Unter *Wissadula amplissima* wird hier das Hauptsächliche von dem eingereiht, was SCHUMANN als *W. hernandioides* aufgefasst, und was BAKER *rostrata* genannt hat. Die Artnamen dieser Forscher sind hier aus folgenden Gründen geändert worden. In der ersten Auflage seiner Sp. pl. beschrieb LINNÉ eine *Sida amplissima* aus »America calidiore», die er dann in der zweiten Auflage als eine Varietät β unter *periplocifolia* einzieht. Diese Varietät ist bisher allgemein als identisch mit L'HÉRITIER's *Sida hernandioides* betrachtet worden, und hätte LINNÉ daselbst ihr nur einen Namen beigefügt, so wäre dieser ganz sicher nunmehr allgemein angenommen. Man hatte indessen gänzlich übersehen, dass die fragliche Pflanze bereits in der ersten Auflage,

wie erwähnt, den Namen *amplissima* erhalten hatte, bis KUNTZE in seiner Rev. gen. pl. (1898) ihn aufnahm und die Pflanze *Abutilon amplissimum* benannte, in Übereinstimmung mit seiner Ansicht, dass die Gattung *Wissadula* unter *Abutilon* einzuziehen sei. Die Anwendung des genannten Artnamens ist jedoch nur berechtigt, sofern gezeigt werden kann, dass LINNÉ's *Sida amplissima* mit dem identisch ist, was bisher unter dem Namen *hernandioides* oder *rostrata* (= L'HÉRITIER's *Sida hernandioides*) gegangen ist und noch geht. Völlig sicher die Frage zu entscheiden, dürfte nunmehr unmöglich sein, und zwar zunächst aus dem Grunde, weil LINNÉ's Herbarium keinen Aufschluss in der Sache gewährt, da — wie ich mich überzeugt habe — seine *Sida periplocifolia var.* β daselbst, infolge späterer Verwechslung, durch ein Exemplar von *Sida dumosa* Sw. repräsentiert wird, einer Art, die habituell *Wissadula hernandioides* sehr ähnlich ist, die aber doch eine echte *Sida* darstellt. Glücklicherweise zitiert indessen LINNÉ als Synonym PLUMIER's »Abutilon amplissimo folio, caule villoso», und da dieser seine Art genauer beschrieben und auch abgebildet hat, so kann man sich von derselben eine ziemlich gute Vorstellung bilden (s. BURMANNI, Pl. amer. fasc. primus tab. 3). Dabei fällt indessen besonders das Vorkommen langer Haare auf den Sprossachsen in die Augen, was einen zunächst vermuten lässt, dass *Wiss. hirsuta* gemeint sei; im Text wird jedoch der Stamm als »villosus» (auch »hispidus») angegeben, weshalb wohl anzunehmen ist, dass die abgebildeten langen Haare das Resultat eines Versuches sind, den Wollfilz der Pflanze darzustellen. Bei dieser Annahme findet sich nichts von Bedeutung, was gegen die Möglichkeit stritte, PLUMIER's und in solchem Fall auch ganz sicher LINNÉ's betreffende Pflanze mit *hernandioides* zu identifizieren.

Hierfür spricht auch, dass PLUMIER — nach BURMANNUS a. a. O. — die Pflanze auf den Antillen eingesammelt hat, wo gerade *hernandioides* gemein ist und, wenn auch nicht die einzige, so doch als die dort charakteristischste *Wissadula*-Art bezeichnet werden kann. Von dort her ist *hirsuta* nicht bekannt, und auch keine andere Art der Gattung, die mit *hernandioides* verwechselt werden könnte. Es scheinen mir dies hinreichende Gründe dafür zu sein, *amplissima* und *hernandioides* mit einander zu identifizieren, wobei dem ersteren Namen der Vorzug gebührt.

Nun ist indessen die fragliche LINNÉ-PLUMIER'sche Art auch als Synonym von CAVANILLES zu dessen 1785 beschriebener und abgebildeter *Sida stellata* angeführt worden, einer Art, die, soweit ich weiss, später ausnahmslos mit L'HÉRITIER's *Wiss. nudiflora* identifiziert worden ist. Ich habe jedoch nirgends eine Angabe darüber gesehen, ob diese Identifizierung sich auf einen Vergleich zwischen den betreffenden Typusexemplaren stützt, oder ob sie, wie wahrscheinlich ist, nur auf CAVANILLES' Angabe betreffs der bedeutenden Grösse des Kelches und der Blumenkrone beruht. Infolgedessen und aus anderen Gründen kann ich nicht umhin, der jetzt üblichen Auffassung von dieser Pflanze mich zweifelnd gegenüberzustellen, zumal da sie mit den Angaben des scharfsichtigen CAVANILLES in Widerspruch steht. Bei einer Prüfung der von diesem letzteren gegebenen Beschreibung und Abbildung von *stellata* ergibt sich, dass in Wirklichkeit nichts im Wege steht, diese Art mit dem westindischen Typus von *Wiss. amplissima* zu identifizieren. Auszunehmen ist jedoch die Angabe

betreffs der grösseren Blumenkrone, was indessen CAVANILLES nicht hinderte, PLUMIER's Pflanze als Synonym anzuführen.[1] Die Auffassung, die ich hier vertrete, bringt auch den Vorteil mit sich, dass die geographische Verbreitung der Arten natürlicher wird. Die Heimat von *Sida stellata*, S. Domingo, fällt nämlich in das Verbreitungsgebiet von *amplissima* (= *hernandioides*); wird sie dagegen mit L'HÉRITIER's *nudiflora* vereinigt, so ergibt sich als bekannte Verbreitung dieser Art Peru und S. Domingo, was ja sehr unwahrscheinlich klingt. Eine Folge dieser meiner Auffassung, dass *Sida stellata* nicht mit *nudiflora* identifiziert werden kann, ist auch, dass diese letztgenannte Art ihren Namen beibehalten muss, und dass derselbe nicht durch *stellata* zu ersetzen ist, welch letzteres SCHUMANN befürwortet hat, wie es denn auch gemäss seiner Auffassung bezüglich des Verhältnisses von *stellata* zu *nudiflora* das Richtige wäre.

Das Resultat des hier Angeführten ist daher in Kürze, dass der Artname *amplissima* wiederaufzunehmen und an die Stelle von *hernandioides* und *rostrata* zu setzen ist, sowie dass *Sida stellata* mit ihren Synonymen als Synonyme unter *amplissima* aufzuführen ist.

Von den übrigen zahlreichen Synonymen, die hier oben aufgeführt worden sind, bedürfen einige einer näheren Erwähnung. Im Jahre 1827 beschrieben SCHUMACHER und THONNING eine *Sida rostrata* aus Guinea in Afrika. Im Stockholmer Herbarium habe ich das Glück gehabt, ein Originalexemplar von dieser Pflanze anzutreffen. Es stimmt vortrefflich mit dem afrikanischen Typus der Art überein, so dass, wenn dieser mit dem amerikanischen vereinigt bleibt (s. unten), ohne Zweifel *rostrata* als Synonym aufgenommen werden muss, wie auch die Verfasser im allgemeinen getan haben. — Im Berliner Bot. Museum habe ich auch Gelegenheit gehabt, das Typusexemplar zu *Sida polyantha* SCHL.[2] zu prüfen. Dieses stellte eine unzweifelhafte *amplissima* von dem amerikanischen Typus dar. — Im Kewer Herbarium fanden sich zwei Exemplare vom Senegal (ROGER's); das eine von diesen trug folgenden Vermerk: »*Abutilon laxiflorum* GUILLEM. et PERR. in Fl. Seneg. I 66 (auctorib. testib.)», das andere folgenden: »*Abutilon laxiflorum* β *paritioides* GUILLEM. et PERR. (auctorib. testib.)». Bei dem letzteren waren die Blätter oben reichlicher behaart, im übrigen stimmten aber die Exemplare gut mit *W. amplissima* überein, weshalb ohne Bedenken die genannten Namen hier in der Synonymenliste aufgeführt worden sind.

Unter dem Namen *Sida* (*Abutilon*) *heterosperma* HOCHST. findet sich in den Sammlungen allgemein KOTSCHY's Nr. 286 aus Kordofan verteilt; wie auch SCHIMPER's Exemplar aus Abyssinien (als *Wissadula heterosperma* HOCHST.) ist es charakterisiert durch grosse, dünne, oben glatte oder fast glatte und unten sehr dünn graufilzige Blätter, durch eine reiche Infloreszenz mit abstehenden Zweigen sowie durch die oben

---

[1] Erwähnt sei, dass auch WILLDENOW (Sp. pl. III. p. 743. 1801) *Sida stellata* CAV. und *Abutilon amplissimo folio* vereinigt. Er führt jedoch diese beiden unter *Sida nudiflora* auf, welche Art er von *hernandioides* geschieden hält.

[2] An dem Exemplar stand teils geschrieben »*Sida polyantha* H. B.» (= Hort. Berol.), mit LINK's Handschrift, teils »*Sida polyantha* SCHLECHTEND.», von CHAMISSO geschrieben.

abgestumpfte Form der Früchte (s. Fig. 14 auf Taf. 6), die dadurch verursacht ist, dass die Schnäbel an der äussersten Ecke der Karpiden befestigt sitzen und nach aussen gerichtet sind; ferner sind die Karpiden sehr deutlich heterosperm, was jedoch auch bei deutlichen *amplissima*-Exemplaren der Fall ist. Da ausserdem die Blätter bei der Art nicht unbeträchtlich variieren und gleichmässige Übergänge zu denen von *heterosperma* bilden, und da auch andere afrikanische Exemplare nach der erwähnten abgeplatteten Fruchtform hin variieren, die bei den *heterosperma*-Exemplaren so auffallend ist, so kann diese Pflanze, wie mir scheint, nicht von *amplissima* gesondert gehalten werden. Dagegen scheint es mir, als wenn die meisten auszeichnenden Charaktere ihre Erklärung durch die Annahme erhielten, dass der fragliche Typus lediglich eine Schattenform darstellt. Hierfür sprechen auch die Angaben auf den Etiketten; KOTSCHY's Exemplar soll nämlich »in umbra arborum excelsarum» und SCHIMPER's »zwischen Felsen an dunkeln Orten im tiefen Thal Ferrfèra» gewachsen sein.

Mit *W. hernandioides* identifiziert SCHUMANN in Fl. bras. die drei in Fl. flumin. VII aufgestellten und abgebildeten *Sida*-Arten *racemosa* (tab. 15), *polystachya* (tab. 22) und *amplexicaulis* (tab. 21). Diese letztgenannte führt er ausserdem, obgleich mit ?, als Synonym unter *W. spicata* auf. Mir erscheint diese letztere Auffassung entschieden als die wahrscheinlichste, wenn auch die Identität der betreffenden Arten noch nicht als ganz sicher zu betrachten ist. Die gleichzeitige Identifizierung von *Sida amplexicaulis* wie auch der Arten *racemosa* und *polystachya* mit *hernandioides* ist unrichtig oder nicht hinreichend bewiesen. Die Abbildungen aller Arten sind leider zu schlecht und schematisch, um ein sicheres Urteil betreffs ihrer Verwandtschaftsverhältnisse zu gestatten.

In geographischer Hinsicht besitzt die Art ein Verbreitungsgebiet, das sich über Zentral- und das nördlichste Südamerika und den Westindischen Archipel, sowie ausserdem über das tropische Afrika in einem breiten Gürtel zwischen ca. 17° n. und 17° s. Br. erstreckt. Wie ausgedehnt dieses Verbreitungsgebiet auch ist, so ist es doch nur ein Teil von dem, welches von SCHUMANN und BAKER für ihre *hernandioides* und *rostrata* angegeben wird; von diesem ist hier nämlich der grösste Teil von Brasilien, Paraguay, Peru usw. in Amerika, sowie Bourbon, Mauritius und Indien in der alten Welt ausgeschlossen worden, was darauf beruht, dass die über diese Gegenden verbreiteten Typen in Wirklichkeit andere selbständige Arten (*contracta*, *parviflora* und *subpeltata*) repräsentieren.

Jedenfalls bleibt die Tatsache bestehn, dass *Wissadula amplissima* in dem Umfange, wie sie hier genommen wird, eine Verbreitung über die alte wie über die neue Welt besitzt, und dass sie beiderorts völlig spontan vorkommt, dafür sprechen alle vorliegenden Angaben. Ich habe daher festzustellen versucht, ob wir es in Wirklichkeit nicht mit zwei verschiedenen Arten statt mit einer und derselben zu tun haben. Bei der Prüfung des ziemlich reichhaltigen Materials, das mir zu Gebote stand, schien es mir auch anfangs, als wenn eine amerikanische und eine afrikanische Art recht wohl unterschieden werden könnten. Die erstere wäre dann durch im allgemeinen mehr weichwollige Blattoberseite, durch kleinere Blumenkrone (ca. 4 mm lang), sowie durch

eine mehr kugelrunde Form der Früchte ausgezeichnet, welch letzteres damit in Zusammenhang steht, dass die kürzeren Schnäbel mehr nach aufwärts gerichtet sind. Die afrikanische dagegen wäre durch im allgemeinen glattere Blattoberfläche, durch etwas grössere (5—7 mm lange) Blumenkrone sowie grössere, mehr umgekehrt kegelförmige Früchte charakterisiert, welch letzteres eine Folge der mehr oder weniger schräge nach aussen gerichteten und etwas längeren Schnäbel ist; diese Fruchtform findet sich am extremsten bei der Form ausgebildet, die als *Wiss. heterosperma* HOCHST. unterschieden worden ist. Diese ebenerwähnten Charaktere würden wohl an und für sich zur Aufstellung besonderer Arten hinreichen, wenn sie nur konstant wären, was aber nicht immer der Fall ist. Im Gegenteil fehlt es nicht an Übergängen zwischen den beiden Typen, und besonders seien Exemplare aus der Sierra Leone (AFZELIUS, SCOTT-ELLIOT 3986) und Westindien (SWARTZ) erwähnt. Im grossen und ganzen bilden jedoch die afrikanischen Exemplare einen Typus, der den amerikanischen gegenübersteht, und wie bei *periplocifolia* empfiehlt es sich wohl auch hier, sie als zwei Varietäten aufzustellen. Als α *typica* sei dabei die amerikanische bezeichnet, da ja auf diese die Art zuerst gegründet wurde; für die afrikanische bediene ich mich des Namens *rostrata*, den SCHUMACHER und THONNING zuerst dieser Pflanzenform beigelegt haben, um so mehr als das Originalexemplar dieser Forscher einen sehr typischen Repräsentanten für die afrikanische Varietät darstellt.

11. **Wissadula microcarpa** n. sp. [Tab. VI. fig. 15—16].

Frutex erectus, 1—3 m. altus, ramis tomento brevi cinereo-albido densissime vestitis et insuper pilis majoribus stellatis in partibus junioribus præsertim densis instructis; internodia ad 3 cm. longa, teretia. Stipulæ lineari-subulatæ, acutæ, albido-tomentosæ, 6 mm. longæ et basi vix 1 mm. latæ. Folia longe petiolata; petioli teretes, sicut caulis tomentosi et stellato-hirsuti, 1,5 mm. crassi et 3,5—4 cm. longi, foliorum superiorum breviores; laminæ rigide membranaceæ, rotundato-ovatæ, integerrimæ, breviter acuminatæ vel apice rotundatæ vel etiam emarginatæ, basi cordatæ (incisura acuta, aperta), supra breviter et densissime albido-cinereo-velutinæ, subtus vix pallidiores et albido-cinereo-tomentellæ nec non pilis stellatis majoribus sparsis albidis, in foliis junioribus flavescentibus et densioribus instructæ, 7—9-nerviæ, nervis validioribus supra et subtus prominulis, rete venularum supra inconspicuo, subtus prominulo; laminis majoribus 7,5 cm. longæ et circ. 6 cm. latæ. Inflorescentia terminalis, multiflora, ramis patentibus, in specimine examinato c. 16 cm. longa et 17 cm. diam. Pedunculi pilis stellatis brevissimis albido-cinereis tomentelli, 5—12 mm. longi et 2—3,5 mm. infra calycem articulati. Calyx sordide cinereo-tomentellus et pilis majoribus flavidis stellatis sparsis instructus, 3,5—4 mm. longus, in lacinias 1,5—2 mm. longas, 2—2,5 mm. latas, ovato-triangulares, acutas divisus. Corolla citrina, circ. 6 mm. longa, petalis basi albido-pilosis. Staminum tubus brevissimus, albido-pilosus; andrœcium c. 5 mm. longum. Fructus 3—4-merus, subglobosus; carpidia dense breviterque tomentella, 5—5,5 mm. longa, acuta vel apiculata sed non rostrata. Semina 3, subsimilia, nigra, subreniformia, sparse hirsuta, ad 2 mm. longa.

Peruvia: Depart. Loreto, Huallaga, Salinas de Tilluana [ULE n. 6710]. — Typus in herb. Kew.

Der Bau der Frucht ist der für *Euwissadula* typische mit einem schräg verlaufenden Querwulst, der den Karpidraum unvollständig in eine obere und eine untere Abteilung teilt. Drei Samen werden entwickelt; bisweilen kann jedoch der eine oder der andere fehlschlagen. Die engste Verwandtschaft weist die Art mit *W. amplissima* auf, und möglicherweise ist sie nur als ein mehr spezialisierter und selbständiger Typus innerhalb des ausgedehnten Verbreitungsgebiets dieser letzteren zu betrachten. Übergangsformen habe ich jedoch nicht gesehen. Von *amplissima* unterscheidet sich *microcarpa* durch kürzere und breitere, sowie noch dichter weiss samtene Blätter, durch kleinere Früchte, bei denen der Kelch bedeutend länger im Verhältnis zur ganzen Frucht ist, und durch die geringere Anzahl der Karpiden (3—4) [vgl. Fig. 15—16 und 12—14 auf Taf. 6].

12. **Wissadula subpeltata** (OK.) R. E. Fr. [Tab. V. fig. 1—1 a, VI. fig. 27 et VII. fig. 15].

Syn.: *Abutilon amplissimum* OK. *var. subpeltatum* OK., Rev. gen. pl. III: 2. p. 17 (1898).

Wissadula hernandioides, rostrata et *periplocifolia* auct. pro parte.

Wissadula periplocifolia (L.) PRESL *var. hernandioides* (L'HÉRIT.) HOCHR. *forma suborbiculata* et *forma cordata* CHOD. et HASSL. in Bull. de l'Herb. Boiss. Sér. II: 5. p. 289 (1905).

Frutex mediocris vel altus, usque ad 3 m. attingens, erectus, in parte inferiore foliifero simplex vel parce ramosus; caulis dense breviterque cinereo-glauco-tomentellus et vulgo insuper pilis majoribus stellatis ferrugineis plus minusve dense, interdum densissime vestitus, demum glabrescens; internodia teretia, usque ad 10 cm. longa, vulgo breviora, ad 7 mm. diam. (vel ultra?) metientia. Stipulæ tomentellæ, ovato-lanceolatæ vel lanceolato-lineares, acutæ, diutius persistentes, 4—8 mm. longæ et 1—3 mm. latæ. Petioli indumento caulis vestiti, tereti-trigoni et longitudinaliter striati, usque ad 15 cm. longi et 2,5 mm. crassi, apicem versus ramorum decrescentes, foliisque summis subsessilibus. Laminæ membranaceæ, discolores, integerrimæ, suborbiculares et vulgo longiuscule acuminatæ, summo apice obtusæ vel apiculatæ, basi profunde cordatæ (incisura usque ad 3 cm. alta, angusta vel etiam lobis rotundatis invicem tegentibus, in foliis supremis caulem sæpe amplectentibus), supra virides vel flavovirides pilisque stellatis minutissimis albidis dense ac molliter tomentellæ, sæpe sericeo-nitentes, subtus dense canescente-tomentosæ et pilis stellatis majoribus albidis, in nervis sæpe ferrugineis instructæ; nervi primarii 7—9, supra subplani, subtus ut reticulum venularum densum prominuli; laminæ maximæ observatæ 15 cm. longæ et latæ, in ramulis floriferis circ. 8 × 6,5 cm. metientes, foliorum superiorum minores. Panicula maxima, effusa, ovoidea, ramis patenti-divaricatis, puberulis et interdum insuper setis

simplicibus et pilis stellatis ferrugineis instructis; pedunculi graciles, minute puberuli et setis simplicibus circ. 1/2 mm. longis et pilis stellatis plus minusve dense instructi, floriferi 2—3,5 cm., fructiferi 2—4 cm. longi. Calyx campanulatus, ut pedunculi hirsutus, 3,5 mm. longus, lobis ovato-triangularibus, acutis, 1—1,5 mm. longis et latis. Corolla flava, c. 1 cm. diam.; petala cuneata, marginibus basalibus pilosis, c. 5 mm. longa et apice 3—4 mm. lata. Staminum tubus 1 mm. altus, conicus, filamenta 2 mm. longa, basi pilosula. Styli 5, petalis subæquilongi. Fructus 5-merus, subglobosus, puberulus, maturus glaber et nigrescens, c. 8 mm. diam.; carpidia obovata, cum apiculo brevi (c. 1/2 mm. longo) 7 mm. longa. Semina 3, globoso-reniformia, c. 2 mm. diam., superiora valde rugosa sed pilis destituta, inferius præcipue ad hilum hirsutum.

Brasilia: sine loco indicato [LUND; in U. S. Nat. Herb.]. Prov. Pará, Santarem [SPRUCE 890, sub nom. *W. parviflora* β *lutea;* herb. Kew.]. Prov. Minas Geraës [CLAUSSEN; ibid.]. Rio de Janeiro, pr. urbem [GLAZIOU 12446; ibid. et Berol.]. Prov. Rio Grande do Sul: loco haud indicato [SELLOW 4121; Berol.]; Tristeza pr. Porto Alegre, in dumetis sat claris, vulgo subhumidis [MALME II: 1497; herb. Regnell.]; Gloria pr. Porto Alegre, in dumetis subhumidis [MALME II: 1401; ibid.]. Prov. Matto Grosso, Cuyabá, in silvula clara subhumida solo argillaceo [MALME II: 3156; ibid.].

Bolivia: loco haud accuratius indicato [MIGUEL BANG 2808; herb. Kew. et in U. S. Nat. Herb. (in Bull. New York Bot. Garden. 4. p. 328. 1907 sub nom. *W. hirsuta* PRESL citata)]. Tunari [O. KUNTZE; Berol.].

Paraguay: sine loco accuratius indicato, »aroyos y esteros dans les champs» [BALANSA 1625; Kew., Mus. Brit. et Gotting.]; in regione cursus superioris fluminis Apà [HASSLER 7915; herb. Hassler., Genev. et Mus. Brit.]; pr. San Bernardino [HASSLER 3020; Mus. Brit.]; Cordillera do Altos [HASSLER 368; herb. Hassl. et Kew.]; Asuncion [MORONG 251 (Kew. et Mus. Brit.) et 376 (U. S. Nat. Herb.) sub nom. *W. periplocifolia* (L.) PRESL]; Gran Chaco, Santa Elisa [HASSLER, pl. parag. a ROJAS collecta n. 2746; in herb. Hassl., Genev., Berol. et Mus. Brit.]; in regione cursus inferioris flum. Pilcomayo, ad margines silvarum [idem n. 143; herb. Hassler.].

Argentina: Prov. Corrientes, Candelaria [NIEDERLEIN; herb. Berol.].

Wissadula subpeltata, eine der schönsten und charakteristischsten von allen *Wissadula*-Arten, ist bis zuletzt übersehen und mit anderen Verwandten, hauptsächlich mit *amplissima*, aber auch mit anderen wie *hirsuta*, *periplocifolia* und *gymnanthemum* vermengt worden. Der erste, der sie absonderte und mit besonderem Namen belegte, war O. KUNTZE, der (1898) an oben angeführter Stelle sie als eine Varietät unter *Abutilon amplissimum* aufstellte; nach der charakteristischen Blattform benannte er sie *subpeltatum*. Neulich haben auch CHODAT und HASSLER mit den Formennamen *suborbiculata* und *cordata* ihre Verschiedenheiten gegenüber *amplissima* (= *hernandioides*, von ihnen mit *periplocifolia* gemäss der weiten Auffassung HOCHREUTINER's von dieser Art vereinigt) hervorgehoben. Da ich sie hier als eine selbständige Art auffasse, nehme ich den KUNTZE'schen Namen als den ältesten und einen ziemlich bezeichnenden auf.

Mit *W. periplocifolia* und *amplissima* besitzt die Art in Wirklichkeit relativ geringe Verwandtschaft. Am nächsten verwandt ist sie unzweifelhaft mit *hirsuta*, der sie auch nicht nur in der allgemeinen Verzweigungsweise und im Bau der Infloreszenz, sondern auch in der Form der Blätter, in dem hauptsächlichen Bau der Blüte und der Frucht usw. ähnt. Ein besonderes Merkmal, das diesen beiden Arten zukommt und sie von allen übrigen unterscheidet, ist das Vorkommen von kleinen, steifen, schräg aufwärts gerichteten Borsten an Blütenstiel und Kelch, ein Merkmal, das bisher gänzlich übersehen worden ist. Diese Borsten können zwar dichter oder spärlicher, bisweilen sehr spärlich, auftreten, dies steht aber — wie das so oft auch mit der Dichte der Behaarung bei den *Wissadula*-Arten der Fall ist — in Zusammenhang mit verschiedenen äusseren Verhältnissen. Von *hirsuta* unterscheidet sich *subpeltata* hauptsächlich durch das Fehlen der langen, abstehenden, einfachen Haare auf Sprossachsen und Blattstielen, durch eine dichtere und weichere Behaarung auf der Blattoberseite sowie durch ein etwas verschiedenes Aussehn der Frucht. Ein Vergleich zwischen den Figuren 27 und 28 (Taf. 6) zeigt vielleicht am besten, wie die Karpiden der ersteren, *subpeltata*, mit auffallend kürzeren Spitzen versehen sind als die der letzteren; ferner geht wohl aus den Figuren hervor, dass die erstere eine mehr kugelrunde Fruchtform besitzt, die letztere eine mehr umgekehrt kegelförmige, was damit in Zusammenhang steht, dass die Spitzen an den Karpiden der ersteren von der Mitte der oberen Kante der Karpiden ausgehen, an denen der letzteren von ihrer oberen, äusseren Ecke.

Wiss. subpeltata besitzt — wie aus den Angaben der Lokale hervorgeht — eine ausgedehnte Verbreitung über Südamerika, vom Amazonenstrom herunter bis nach Paraguay und dem südlichsten Brasilien nebst angrenzenden Teilen von Argentinien, von Rio de Janeiro im Osten bis nach Bolivia im Westen.

13. **Wissadula hirsuta** PRESL. [Tab. VI. fig. 28].

PRESL, Reliquiæ Hænkeanæ II. p. 118 (1836). — WALPERS, Repert. I. p. 328 (1842). — GARCKE in Zeitschr. für Naturw. Halle. 63. p. 124 (1890). — K. SCHUMANN in MARTIUS, Flora bras. 12: 3. p. 445 (1891) et in ENGL.-PRANTL, Nat. Pfl.-fam. 5 (Nachträge) p. 236. — E. G. BAKER in Journ. of Bot. 31. p. 71 (1893).

Syn.: *Abutilon parviflorum* MART. in Herb. Fl. bras. 1002 [non ST.-HIL.].
crinitum KLOTZSCH in Linnæa 14. p. 301 (1840).

Herba (vel frutex?) erecta, stricta, caule terete, parce ramoso, ramis pilis longis simplicibus patentibus albido-ferrugineis plus minus dense instructis, vetustioribus parte basali verruciformi pilorum delapsorum seabris, novellis insuper minute cinereo-puberulis; internodia ad 1.5 cm. longa. Stipulæ lineares, acutæ, flexuosæ, sordide sanguineæ, pilosæ, 0.8—1.5 cm. longæ et vix 1 mm. latæ. Petioli subteretes et superne anguste canaliculati, longitudinaliter striatuli, longepilosi et minute puberuli, usque ad 6.5 cm. longi et laminis multo breviores, in foliis superioribus decrescentes, in summis vix 1 cm. longi. Laminæ membranaceæ, discolores, integerrimæ, orbiculares vel superiores rotundo-ovatæ, breviter acuminatæ et summo apice obtusæ vel apiculatæ.

basi profunde cordatæ (incisura usque ad 2 cm. alta, lobis basalibus rotundatis et invicem valde tegentibus, in foliis superioribus non raro caulem amplectentibus), supra novellæ minute puberulæ et glabrescentes, in nervis validis pilis stellatis instructæ, subtus dense cinereo-tomentellæ et insuper pilis majoribus albidis numerosis vestitæ; nervi primarii 7—9, supra et præsertim subtus prominentes, reticulum venularum densum, subtus prominulum; laminæ ramulorum florentium 5—8 cm. longæ et 2—4,5 cm. latæ, foliorum inferiorum usque ad 17 cm. longæ et 11 cm. latæ. Flores axillares vel vulgo in panicula terminali elongata floribunda patula dispositi; pedunculi graciles, minute puberuli et insuper setis erecto-patentibus, ¹/₄—1 mm. longis plus minus dense vestiti, floriferi 1—1,5 cm. longi, fructiferi usque ad 4 cm. excrescentes. Calyx parvus, basi acutus, extus ut pedunculi hirsutus, 2—2,5 mm. longus (in fructibus ad 4 mm. longus), laciniis ovato-triangularibus acutis, circ. 1 mm. longis et latis. Petala lutea, 6—7 mm. longa, oblongo-obovata, basi margine pilosa. Andrœcium 5 mm. longum, tubus 2,5 mm. longus, pilosus. Fructus 5-merus, globoso-turbinatus, minute puberulus, 8—10 mm. diam.; carpidia una cum rostro 1—1,5 mm. longo 9 mm. metientia, infra medium conspicue constricta. Semina 3, fusca, 2 mm. diam., superiora bina globoso-reniformia et minute puberula, inferius obovoideum, superne truncatum et densius longiusque cinereo-pilosum.

Venezuela: Puerto Cabellos [KARSTEN n. 136; herb. Berol.].

Brasilia: Fernando Noronha [RIDLEY, LEA et RAMAGE n. 9; in herb. Mus. Brit. et Kew.]. Prov. Bahia [BLANCHET 174, pro parte; herb. Mus. Brit. — GARDNER 867; ibid. et Kew. — GLOCKER 56; ibid. — SALZMAN; herb. Kew. — LUSCHNATH (pr. Cruz de Casma); herb. Berol. — LHOTZKY; ibid. — RIEDEL 109 (pr. Ilheos); Kew., Berol. et U. S. Nat. Herb.]. Rio de Janeiro [BURCHELL; herb. Kew. — SWAINSON; ibid. — GLAZIOU 12445; ibid. et Berol.]. Bras. sine loco accuratius indicato [MARTIUS: Herb. Fl. bras. n. 1002; in herb. Mus. Brit., Kew. et Berol.].

Das Vorkommen der langen, einfachen Haare an Sprossachsen und Blattstielen unterscheidet die Art deutlich von allen den übrigen mit ganzrandigen Blättern versehenen Arten der Gattung. Ihre nahe Verwandtschaft mit der vorigen Art und ihre Unterschiede von derselben sind bereits unter dieser behandelt worden; s. darüber auch oben S. 19.

Von der Art ist ein Typusexemplar in Berlin geprüft worden [LHOTZKY's aus Bahia]. Mit diesem stimmen ausgezeichnet die von MARTIUS als *Abutilon parviflorum* verteilte Pflanze (Nr. 1002, nicht 1008, wie K. SCHUMANN in Fl. brasiliensis angibt) und ebenso die Typusexemplare von *Abutilon crinitum* KLOTZSCH [LUSCHNATH's] überein, weshalb diese hier als Synonyme unter der Art *hirsuta* angeführt werden.

Wissadula hirsuta besitzt ein recht beschränktes Verbreitungsgebiet im östlichen Brasilien, von Bahia bis nach Rio de Janeiro mit einem Vorposten auf der Inselgruppe Fernando Noronha. Eigentümlich erscheint daher ihr Vorkommen auch in Venezuela, von wo ich ein Exemplar gesehen habe, das, soweit ich finden konnte, in keiner Hinsicht von den anderen abwich.

14. **Wissadula contracta** (LINK) R. E. FR. [Tab. III. fig. 1 et VI. fig. 24].

Syn.: *Sida contracta* LINK, Enum. horti Berol. II. p. 204 (1822). — DC., Prodr. I. p. 473 (1824). — G. DON, Gen. Syst. I. p. 499 (1831). — DIETR., Syn. plant. IV. p. 859 (1847).

Sida Luciana DC., Prodr. I. p. 468 (1824). — DIETR., Syn. plant. IV. p. 851 (1847).

Sida Lechenaultiana DC., Prodr. I. p. 468 (1824). — DIETR., Syn. plant. 4. p. 851 (1847).

Sida leucanthema DIETR., Syn. plant. IV. p. 852 (1847).

Abutilon leucanthemum ST.-HIL., Fl. bras. merid. I. p. 200 (1827). — G. DON, Gen. Syst. I. p. 501 (1831). — WALPERS, Repert. I. p. 326 (1842).

Abutilon Lucianum et *Lechenaultianum* SWEET, Hort. Brit. ed. 2. p. 64 (1830). — G. DON, Gen. Syst. I. p. 500 (1831). — BENTH. in HOOK., Journ. of Bot. 4. p. 120. 1842 (*Lucianum*).

Abutilon contractum SWEET, l. c.

Abutilon verbascoides TURCZ. in Bull. Soc. Nat. Mosc. 1858 p. 203, ex TRIANA et PLANCHON in Ann. Sc. Nat. Sér. 4. Bot. Tome 17. p. 188 (1862).

Abutilon periplocifolium DON β *albicans* GRIS., Fl. brit. W. Ind. Isl. p. 77 (1864).

Wissadula Luciana BENTH. ex TRIANA et PLANCH. in Ann. Sc. Nat. Sér. 4. Bot. Tome 17. p. 188 (1862).

Wissadula Leschenaultiana MAST. in HOOK., Fl. Brit. Ind. I. p. 325 (1874).

» *hernandioides* et *rostrata* auct. pro parte.

» *periplocifolia* PRESL *var. Luciana* HOCHR. in Ann. du Conserv. et du Jard. Bot. de Genève 6. p. 29 (1902).

Frutex erectus vel simplex, parce ramosus, ramis ad 5 mm. crassis, cortice cinereo rimuloso tectis, junioribus brevissime ac densissime cinereo-tomentellis ceterumque pilis majoribus stellatis mox deciduis cinereo-flavescentibus plus minus dense instructis; internodia obtuse angulosa vel teretia, ad 3 cm. longa. Stipulæ lineari-lanceolatæ vel lineares, acutæ, puberulæ, 3—7 mm. longæ et vix $^1/_2$—2 mm. latæ. Petioli ut ramuli sed sursum densius tomentelli, teretes ac longitudinaliter striatuli, vulgo circ. 5 cm. longi, sed inter 0,5 et 9 cm. variantes, laminis æquilongi vel vix duplo breviores. Laminæ integerrimæ, membranaceæ, discolores, orbiculares vel ovatæ, (sæpe abrupte) acuminatæ et summo apice acutæ vel acutiusculæ, basi cordatæ (incisura ad 1 cm. alta, acuta et aperta), supra sordide virides subtusque canescentes, utrinque pilis stellatis minutissimis brevissime, subtus densius tomentellæ atque molles, supra demum glabrescentes; nervi primarii e petiolo radiantes 7—9, supra plani, subtus prominentes, venulæ supra vix conspicuæ subtusque reticulum laxum elevatum formantes; laminæ vulgo circ. 7 cm. longæ et 6 cm. latæ, valde tamen variabiles et 2 × 1,5 usque ad 12 × 9,5 cm. metientes. Inflorescentia paniculata, contracta, cylindrica, nuda, 1—3 dm. longa et 2—3 cm. diam.; pedunculi cinereo-tomentelli, floriferi c. 5 mm. longi vel etiam breviores, fructiferi 1—1,5 cm. metientes. Calyx extus tomentellus, 3—3,5 mm. longus,

in lobos ovato-triangulares, acutos, 1—1,5 mm. longos et basi c. 2 mm. latos divisus. Corolla pallide flavida vel albida, 8—10 mm. diam.; petala anguste cuneata, ad margines basales tomentosa, 3,5 mm. longa et superne 2 mm. lata. Andrœcium 3,5 mm. longum, tubo c. 1/2 mm. metiente, pilosulo. Fructus minute puberulus, 3—6-merus, subglobosus vel supra plus minus truncatus, 6—9 mm. diam.; carpidia matura fragilia, obscure viridia vel flavescentia, a latere visa obovata vel ovato-rectangularia, superne ad angulum externum vel internum vel inter hos apiculo 1/2—1 mm. longo instructa, vix conspicue vel inconspicue in loculos 2 constrictione divisa, 6—7 mm. longa. Semina omnia similia, globoso-pyriformia, cinereo-fusca, glabra, ad hilum minute pilosa, rugulosa, 2,5 mm. longa et 2 mm. lata.

India orient. bor. [Herb. ROYLE; Kew.]. Hort. Calcutt. [WALLICH; ibid. et in Mus. Brit. et Berol.]. Ceylon, R. Bot. Gardens [THWAITES (1861); Kew. et Mus. Brit.].

Mauritius [BOJEN; Kew. — BOULON; ibid.]; Bourbon [RICHARD; ibid.].

India occidentalis: Jamaica [PURDIE; Kew.]; Santa Lucia [ANDERSON; Mus. Brit.]; Grenada Island, »fairly common» [SMITH 38; herb. Kew.]; Trinidad [CRUEGER; ibid.].

Guatemala: Dep. de S:a Rosa, Cuajiniquilapa [DONNEL SMITH 6068; leg. HEYDE et LUX; U. S. nat. Herb. et in Kew. et Berol.].

Venezuela: Puerto Cabello [KARSTEN 134; Berol.].

Guiana anglica: loco non indicato [SCHOMBURGK 451 (724 B); Kew.]; Pirara [SCHOMBURGK 724; Berol.]; Rio Branco, sandy savannah [SCHOMBURGK 849; ibid., Kew. et Mus. brit.].

Brasilia: loco haud indicato [FRÖLICH; herb. Holm. — BURCHELL 1033; Kew.]; Prov. Ceará, Serra de Araripe [GARDNER 1468; ibid., Mus. Brit. et Berol.]; inter Vittoria et Bahia [SELLOW 1147; Berol.]; Prov. Goyaz, Manuel Cairea [POHL 1307; Kew.]; Prov. Minas Geraës [Comm. Geogr. et Geol. de Minas n. 2870; leg. SILVEIRA; Berol. — GLAZIOU 18884; Kew. et Berol. — WARMING (ad Lagoa Santa); herb. Holm. et Berol.]; Rio de Janeiro [ST.-HILAIRE; Berol. — WIDGREN 525; Holm. — GLAZIOU 10284 et 12450; Kew. et Berol. — GARDNER 5367; Mus. Brit. — MOSÉN 3 (Catumby); Holm. — Gloria; Mus. Brit. — ULE 4398 (Restinga de Harpoador); Berol. — BARBOSA DA SILVA; ibid.]; Prov. S:a Catharina, S:a Theresa [MENDONÇA 647; ibid.].

Unter dem Namen *Wissadula contracta* werden hier vor allem, wie aus dem Synonymenverzeichnis hervorgeht, die Pflanzen vereinigt, die in der Litteratur unter den Namen *Luciana* und *Leschenaultiana* gegangen sind und noch gehen, und die von verschiedenen Verfassern verschiedenen Malvaceen-Gattungen (*Sida*, *Abutilon* oder *Wissadula*) zugewiesen worden sind. Beide sind zuerst von DC. in Prodr. als *Sida*-Arten beschrieben worden, die erstere auf Grund von Exemplaren von Ins. S:a Lucia (ANDERSON), die letztere aus »horto Calcutt.» (comm. LESCHENAULT). Ein Typusexemplar des ersteren hatte ich Gelegenheit im Brit. Museum zu prüfen; es war dies zwar nur blühend, mit ihm aber haben doch zahlreiche *Wissadula*-Exemplare aus dem tropischen Amerika, in den Sammlungen meistens als *hernandioides* (oder *rostrata*) bestimmt, identifiziert werden können. Von DC.'s *Sida Leschenaultiana* ist es mir

dagegen nicht gelungen, das LESCHENAULT'sche Exemplar von Calcutta zu Gesicht zu bekommen, dafür aber von WALLICH[1] daselbst eingesammelte Exemplare (in Berlin, Kew und Brit. Mus.), die, wenn sie auch möglicherweise nicht Typusexemplare sind, doch aus guten Gründen mit DC.'s Art identifiziert werden können. Nach Prüfung des reichen Vergleichsmaterials, das mir zu Gebote gestanden, habe ich mich genötigt gesehen, die beiden DE CANDOLLE'schen Arten zu einer zu vereinigen. Nun habe ich indessen im Berliner Bot. Museum auch Gelegenheit gehabt, das Originalexemplar zu LINK's *Sida contracta* (im Berliner Botanischen Garten gezogen und laut Angabe von Madagaskar herstammend)[2] zu prüfen. Dieses gehört auch unzweifelhaft derselben Art an wie *Sida Luciana* und *Leschenaultiana*, und da LINK's Art zwei Jahre vor DC.'s beiden beschrieben worden ist, so wähle ich für die hier fragliche Pflanze den Artnamen *contracta*. Schon oben (S. 6) ist nachgewiesen worden, dass wir es hier mit einer *Wissadula*-Art zu tun haben, wenn auch einer im Fruchtcharakter schwach entwickelten, woraus folgt, dass die drei Arten meiner Auffassung gemäss unter dem Namen *Wissadula contracta* (LINK) vereinigt werden müssen.

Mit dieser Art ist es mir auch gelungen mit Sicherheit ST.-HILAIRE's *Abutilon leucanthemum* zu identifizieren, nach Exemplaren im Berliner Bot. Museum. Das Gleiche ist der Fall mit GRISEBACH's *var. albicans* von *Abut. periplocifolium*; im Kewer Herbarium wurde nämlich das von GRISEBACH für diese Varietät zitierte Exemplar (CRUEGER's von Trinidad) angetroffen. Ob dagegen *Abutilon verbascoides* TURCZ. mit *Wissadula Luciana* (und dadurch auch mit *W. contracta*) identisch ist, wie TRIANA und PLANCHON angeben, wage ich nicht zu entscheiden, da ich kein Exemplar von demselben gesehen. Die Beschreibung gewährt auch nicht genügenden Aufschluss in dieser Sache.

Von späteren Forschern (K. SCHUMANN, E. G. BAKER u. a.) wird die hier behandelte Art mit *W. hernandioides* (*rostrata*) vereinigt, und HOCHREUTINER geht sogar so weit, dass er alle diese mit *periplocifolia* vereinigt. Dies scheint mir nicht gerechtfertigt. Eine Menge Charaktere scheiden *contracta* von allen übrigen, wie Form und Behaarung der Blätter, die breiteren Nebenblätter, sowie vor allem die zusammengezogenen, zylindrischen Infloreszenzen und die wenig markierte Querteilung der Karpiden. Übergangsformen, deren behauptetes Vorkommen die Vereinigung bedingte, existieren in Wirklichkeit nicht. *Wissadula contracta* nimmt dagegen infolge des Fruchtbaues eine den übrigen Arten gegenüber sehr selbständige Stellung ein. Habituell erinnert sie am meisten an *W. densiflora* (s. Taf. 3, Fig. 1 und Taf. 4, Fig 3), von der sie jedoch ausser dem Fruchtbau besonders die längeren Blütenstiele unterscheiden.

Das für die Art charakteristischste Merkmal ist, wie erwähnt, die schwache Ausbildung der falschen Scheidewand der Karpiden, und hierin stimmen alle Exemplare überein. In der Anzahl und Form der Karpiden variieren sie dagegen etwas.

[1] WALLICH war »director horti botanici Calcuttensis 1815—46«; LESCHENAULT DE LA TOUR war in den Jahren 1816—21 »naturae investigator regius in India orientali gallica et director horti regii Pondicheriensis« (nach WITTROCK in Acta Horti Bergiani, Bd. 3, Nr. 2).

[2] In seinem Prodr. (S. 473) führt DC. *Sida contracta* unter den noch unvollständig bekannten *Sida*-Arten auf.

Bei einigen Exemplaren ist die Anzahl der Fruchtblätter auf 4 oder 3 reduziert, bei anderen dagegen beträgt sie 5 oder gar 6. In Zusammenhang hiermit scheint eine etwas verschiedene Form der Karpiden zu stehn, indem bei dem ersten Typus der kurze, terminale Schnabel von der äusseren Ecke der Fruchtblätter ausgeht, bei dem zweiten Typus dagegen von der inneren Ecke oder von der Mitte der oberen Kante der Fruchtblätter. Diese Verschiedenheit hat auch ein verschiedenes Aussehen der Frucht in ihrer Gesamtheit zur Folge, indem diese beim ersteren Typus eine mehr kurz zylindrische oder vielmehr prismatische und oben abgeplattete Form erhält, bei dem anderen eine mehr kugelrunde. Als Typus für die erstere Form kann WIDGREN Nr. 525, für die andere SCHOMBURGK 849 angesetzt werden. Ob diese beiden Typen DC.'s beiden Arten (*Sida Luciana* und *Leschenaultiana*) entsprechen, kann ich gegenwärtig nicht entscheiden, da die sicheren Exemplare von diesen, die ich gesehen, allzu unvollständig sind. Was ihr Vorkommen betrifft, so habe ich sowohl die eine als die andere aus der alten und aus der neuen Welt gesehen, in der ersteren meiner Auffassung nach eingeführt (vgl. unten). Wie dem auch sei, so scheint es mir jedenfalls, dass die beiden Typen nicht auseinanderzuhalten sind, da allmähliche Übergangsformen sowohl in der Anzahl der Fruchtblätter als in der Karpid- und Fruchtform die Extreme verbinden.

Bei der Aufzählung der geprüften Exemplare der Art werden solche aus der alten wie aus der neuen Welt angeführt. Ausser diesen sind mehrere Exemplare gesehen worden, die aus bot. Gärten herstammen, wie z. B. das Originalexemplar zu *Sida contracta* LINK. Wir hätten es hier also mit einer Art zu tun, deren Verbreitung analog der von *amplissima* wäre. Prüft man jedoch die Verhältnisse näher, so stellt sich die Sache hier etwas verschieden. Bezüglich der meisten Exemplare der alten Welt liegen nämlich Angaben vor, die darauf hindeuten, dass die Pflanze dort nicht völlig spontan vorgekommen ist. So verhält es sich wohl mit dem aus dem Bot. Garten zu Calcutta herstammenden Exemplar, betreffs dessen es offenbar sein dürfte, dass es dort der Menschenhand sein Dasein verdankt; ferner sei hier darauf hingewiesen, dass THWAITES zu seinem Exemplar aus Ceylon die Angabe hinzugefügt hat, dass er die Ursprünglichkeit der Art auf dieser Insel bezweifle. Es bleibt demnach aus Indien das ROYLE'sche Exemplar übrig, über dessen Ursprung mir nichts bekannt ist. Nicht unmöglich ist, dass auch dieses gezogen oder verwildert gewesen ist. Hierfür spricht, dass MASTER in HOOKER's Fl. Brit. ind. (I. p. 325) für die Art angibt: »cultivated in India and in Ceylon; its native country not known». Was ferner die Exemplare von Mauritius und auch Bourbon betrifft, so kann ich nicht umhin, ihren einheimischen Ursprung auf den betreffenden Inseln in Zweifel zu ziehen, im Hinblick auf die Bemerkung, die BOULON auf der Etikette zu seinem Exemplar macht, dass nämlich die Pflanze »a été selon toute l'apparence introduite et est maintenant naturalisé dans le voisinage du bord de la mer». Erinnert sei jedoch zuletzt daran, dass LINK angibt, dass seine *Sida contracta* von Madagaskar herstamme; soviel ich weiss, ist indessen die Art dort nicht wiedergefunden worden, so dass diese Angabe vielleicht am besten mit Vorsicht aufzunehmen ist.

Aus dem hier Gesagten geht hervor, dass es gegenwärtig sehr zweifelhaft erscheinen muss, ob *Wissadula contracta* als eine ursprüngliche Art in der alten Welt angesehen werden kann. Meines Erachtens ist es im Gegenteil am wahrscheinlichsten, dass die Art in späterer Zeit dort eingeführt worden, und dass Amerika ihre Heimat ist. Hierfür spricht auch der Umstand, dass sie dort über ein grosses zusammenhängendes Gebiet vom Westindischen Archipel und Zentralamerika an längs der Ostküste von Südamerika bis zur Provinz S:a Catharina herunter vorkommt, und dass sie dort nach den vorliegenden Angaben in völlig spontanem Zustande aufzutreten scheint.

15. **Wissadula densiflora** n. sp. [Tab. IV. fig. 3 et VI. fig. 17—19].

Syn.: *Abutilon wissadifolium* GRIS., Symb. ad Fl. argent. p. 47 (1879), pro parte.
Wissadula gymnanthemum (GRIS.) K. SCHUM. in MART., Fl. bras. 12: 3. p. 446 (1891), pro parte. — E. G. BAKER in Journ. of Bot. 31. p. 71 (1893), partim.
Wissadula hernandioides et *periplocifolia* auct. pro parte.

Frutex parvulus, 3—8 dm. altus, ramosus, ramis vetustioribus cortice cinereo rimuloso tectis, junioribus dense cinereo-tomentellis et pilis stellatis majoribus cinereo-ferrugineis plus minus numerosis instructis; internodia teretia, 1—4 cm. longa. Stipulæ subulatæ, tomentellæ, minutæ, c. 2 mm. longæ et mox deciduæ. Petioli indumento ramorum vestiti, trigoni vel subteretes et supra applanati, 2—3,5 cm. longi. Laminæ foliorum membranaceæ, discolores, pro rata parvæ, integerrimæ (vel interdum minutissime, vix conspicue crenulatæ), orbiculares et apice breviter acuminatæ, summo apice obtusæ vel apiculatæ, basi rotundatæ vel leviter cordatæ (incisura ad 1/2 cm. alta, valde aperta), supra sordide virides et pilis stellatis simplicibusque minutissimis breviter tomentellæ, molles, subtus albido-cinereæ vel in foliis vetustis virescentes, dense tomentellæ et insuper pilis majoribus stellatis plus minus numerosis obsitæ, demum glabrescentes et vetustæ interdum parce stellato-hirsutæ; nervi primarii 7—9, supra plani, subtus sicut venulæ prominentes; laminæ 2,5—6,5 cm. longæ, 2—5 cm. latæ. Inflorescentia terminalis, nuda, contracta et subspiciformis, usque ad 15 cm. longa et circ. 1,5 cm. diam.; pedunculi subnulli vel brevissimi, fructiferi modo 3—4 mm. longi vel breviores, cinereo-tomentosi. Calyx basi rotundatus, extus dense stellato-tomentosus, albido-flavescens, 2,5—3 mm. longus, lobis ovato-triangularibus, acutis, c. 1 mm. longis et basi 2 mm. latis. Corolla flava, parva, c. 5 mm. longa, petalis rotundo-spathulatis, extus glabris, basi margine parce hirsutis. Staminum tubus conicus, brevissimus, vix 1 mm. longus, glaber; filamenta libera c. 2 mm. longa; styli 4 (vel 3) paulo longiores. Fructus 4-merus vel rarius 3-merus, subglobosus, pilis stellatis albidis minutis vestitus, 6—7 mm. diam. Carpidia trigono-obovoidea, breviter apiculata, 5—6 mm. longa et 3—4 mm. crassa, infra medium conspicue constricta. Semina tria, 2 mm. diam. metientia, superiora bina subglobosa et minute puberula, inferius globosum, apice truncatum, pilis densis longisque cinereis nitentibus vestitum.

Paraguay: Pilcomayo River [MORONG 985[1]; Kew. et Mus. Brit. et in U. S. nat. Herb.].

Bolivia: Gran Chaco, Fortin Crevaux ad Rio Pilcomayo, in campo sicco aprico [R. FRIES 1571; herb. Regn. et Berol.].

Argentina: Prov. Salta, Dragones pr. Oran in Gran Chaco [LORENTZ et HIERONYMUS 602; herb. Gotting.]. Prov. Santiago, Trias [STUCKERT 12957; herb. Stuckert.]; ibid., La Banda [LILLO 6172]; »in dry woods of St. Jago and Tucuman» [TWEEDIE 1246; Kew.]. Prov. de Córdoba, Totoral [STUCKERT 2753; herb. Stuckert.].

Wissadula densiflora ist eine sehr gut abgegrenzte Art, mit einem wohlbegrenzten Verbreitungsgebiet. Sie ist, wie aus den Lokalen zu ersehen, sowohl aus dem paraguayschen, als dem bolivianischen und dem argentinischen Chaco bekannt und erstreckt sich südwärts herunter bis zur Provinz Córdoba.

Habituell ähnelt sie etwas *W. amplissima*, mit der sie auch verwechselt worden ist. Sie ist jedoch, was die vegetativen Teile angeht, durchweg von kleineren Dimensionen; besonders charakteristisch sind die kleinen (nur gegen 6 cm langen) Blätter von einer fast runden Form mit zwar herzförmiger Blattbasis, aber sehr offenem Einschnitt. Noch ausgeprägter ist der Unterschied in den floralen Teilen. Die Infloreszenz ist dicht zusammengezogen, fast ährenförmig, die kugelrunden Früchte sind nur 3—4-zählig mit kurzen, nicht geschnäbelten Karpiden. Auch *Wissadula contracta* ähnelt sie sehr, ist aber doch leicht von dieser u. a. durch die kürzer gestielten Blüten und Früchte, sowie vor allem durch die sehr wohlmarkierte Querfalte an den Fruchtblättern zu unterscheiden, welch letztere nebst den drei Samen deutlich die Art zu *Sect. Euwissadula* stellt.

16. **Wissadula nudiflora** (L'HÉRIT.) BENTH.

BENTHAM in Bot. Voy. Sulphur p. 69 (1844). — TRIANA et PLANCHON in Ann. Sc. Nat., Sér. IV. Bot. Tome 17. p. 187 (1862). — GARCKE in Zeitschr. für Naturwissensch. Halle. 1890. p. 123, et E. G. BAKER in Journ. of Bot. 31. p. 70 (1893), pro parte.

Syn.: *Sida nudiflora* L'HÉRIT., Stirp. nov. p. 123, tab. 59 et 59 b (1789). — DC., Prodr. I. p. 468 (1824) et DIETRICH, Syn. plant. IV. p. 851 (1847), pro parte.
Sida multiflora PERS., Syn. plant. II: 1. p. 243, synonymo excluso (1806).
Abutilon nudiflorum SWEET, Hort. Brit., ed. II. p. 64 (1830).
Wissadula stellata K. SCH. in MARTIUS, Fl. bras. 12: 3. p. 444 (1891), partim.

Frutex ramulis teretibus, dense et molliter flavescente-stellato-tomentosis; internodia ad 3 cm. longa. Stipulæ filiformes, tomentosæ, 7—10 mm. longæ. Petioli ut caulis tomentosi, supra applanati, ad 7 cm. longi. Laminæ membranaceæ, suborbiculatæ vel late cordatæ, breviter acuminatæ, vulgo in filum breve terminantes, basi

[1] In Ann. New York Acad. Sc. 7, p. 57 (1892) als *Wissadula hernandioides* (L'HÉRIT.) GARCKE publiziert.

valde cordatæ (incisura 1—2 cm. profunda, acuta sed vulgo aperta), margine integræ vel incisura basali excepta irregulariter crenulatæ (crenaturis ad 1 mm. altis), supra virides et dense (in foliis novellis densissime ac molliter) pilis minutis stellatis albidis vestitæ, subtus albido-flavescentes, dense tomentellæ et insuper pilis majoribus stellatis vestitæ, 7—9-nerviæ, nervis validioribus supra subplanis vel paulo prominulis, subtus prominentibus; laminæ 6—9 cm. longæ et 5—8 cm. latæ. Inflorescentia terminalis, circ. 2—4 dm. alta et c. 1,5—3 dm. diam., laxa, subsimplex vel parce ramosa ramis longe nudis, floribus ad apicem ramorum congestis; pedicelli floriferi 0,5—1,3 cm. longi, pilis stellatis cinereo-ferrugineis vestiti. Calyx basi rotundatus, extus pilis stellatis cinereis, ferrugineis intermixtis obtectus, c. 5 mm. altus, in lacinias ovato-triangulares acutas, 2—3 mm. longas et basi c. 3 mm. latas divisus. Corolla flavida, 1—2 cm. longa, petalis spathulato-orbicularibus, basin versus ad marginem longe albido-stellato-hirsutis. Staminum tubus circ. 1 mm. longus, dense stellato-hirsutus; filamenta libera 4—5 mm. longa. Styli andrœcium subæquilongi. Fructus 5-merus; carpidia brevissime cinereo-tomentella, obovata, acuta sed erostrata, 5 mm. longa et 3,5 mm. lata; semina matura non visa.

Peruvia: loco haud indicato [DOMBEY; herb. Berol.]; ad Huanuco [1787; RUIZ; ibid.].

L'HÉRITIER's *Sida nudiflora* ist auf Exemplare gegründet, die aus von DOMBEY aus der Prov. Huanuco in Peru heimgesandten Samen entstanden und im Botanischen Garten in Paris gezogen worden waren. Das oben zitierte DOMBEY'sche Exemplar, das ich Gelegenheit gehabt habe, im Berliner Botanischen Museum zu prüfen, war mit der Angabe versehen, dass es »ex Museo Paris.» herstammte, weshalb es als ein Typusexemplar muss angesehen werden können. Mit *Sida nudiflora* ist bisher allgemein CAVANILLES' 1785 aufgestellte *Sida stellata* identifiziert worden, die ich jedoch, wie oben unter *amplissima* angeführt worden, mit dieser letzteren Art vereinigt habe. SCHUMANN's Vertauschung des Namens *Wissadula nudiflora* gegen *Wiss. stellata* ist aus diesem Grunde nicht angängig.

Wissadula nudiflora ist eine jener so zahlreichen tropischen Pflanzen, die, frühzeitig den Botanikern bekannt geworden, schon in der älteren systematischen Litteratur Gegenstand grosser Aufmerksamkeit gewesen sind, deren Kenntnis seitdem aber in keinem nennenswerten Grade vertieft worden ist. Seitdem die Art im 18. Jahrhundert beschrieben worden ist, ist sie, soviel ich weiss, nicht wiedergefunden worden. Alle Exemplare, die ich gesehen, bestehen aus alten, teils möglicherweise direkt in Peru eingesammelten, teils und in überwiegendem Masse aus botanischen Gärten stammenden. Es scheint, als wenn die Art zu Ende des 18. und Anfang des 19. Jahrhunderts über verschiedene bot. Gärten verbreitet gewesen sei, wo sie dann später wahrscheinlich ausgegangen ist. Eine Folge hiervon ist, dass die Lokalangaben, die sich auf den Bogen verzeichnet finden, mit grosser Vorsicht aufzunehmen sind. Im Berliner Bot. Museum sah ich ein Exemplar von »Teneriffa. Ex museo Paris. 1821»; dass diese Art wild auf dieser Insel vorkommen sollte, ist nicht wahrscheinlich, sondern ohne Zweifel liegt ein dort gezogenes Exemplar vor.

In Wirklichkeit ist die Art bisher mit Sicherheit nur von dem erwähnten Lokal n Peru bekannt. Das oft angeführte Lokal von St. Domingo bezieht sich auf *Wiss. stellata* und muss daher mit der Trennung dieser von *nudiflora* auch aus ihrem Verbreitungsgebiet gestrichen werden. Bemerkt sei jedoch, dass TRIANA und PLANCHON *Wissadula nudiflora* aus Columbia anführen, selbst aber ein ? vor die Bestimmung etzen. Das Exemplar, das ich in London gesehen, und das, aus jenem Lande herstammend, von TRIANA eingesammelt war, scheint überhaupt nicht zu *W. nudiflora* zu gehören, obwohl seine Unvollständigkeit keine sichere Bestimmung erlaubte. O. KUNTZE gibt auch die Art von Bolivia (Tunari) an; ob diese seine Bestimmung ichtig ist, kann ich nicht entscheiden, da mir sein Exemplar nicht zugänglich gewesen ist.

Wissadula nudiflora ist eine gegenüber ihren Gattungsgenossen wohlcharakterisierte Art. Sie ist leicht an der fast kreisrunden Form der dicht sitzenden Blätter u erkennen, welche sowohl völlig ganzrandig als auch am Rande unregelmässig kreneliert sein können, woraus sich die widersprechenden Angaben bei den verschiedenen Verfassern erklären; ferner an der abgesetzten, blattlosen, terminalen Infloreszenz mit ach den Spitzen der Infloreszenzenzweige hin zusammenstehenden Blüten, sowie an ler grossen Blumenkrone, die zwar an Grösse recht sehr variieren kann, die aber doch mmer für die Gattung recht ungewöhnliche Dimensionen (1—2 cm Länge) erreicht.)ie grösste habituelle Ähnlichkeit weist die Art mit der unten anzuführenden *Wiss. nacrantha var. brevipedunculata* auf, an welche sie durch die scharf abgesetzte, endständige Infloreszenz, die runde Blattform usw., erinnert; die fadenschmalen Nebenblätter und die sehr verschiedene Behaarung unterscheiden jedoch deutlich *nudiflora* on der genannten Form.

Reife Früchte habe ich nur an gezogenen Exemplaren gesehen. Diese wiesen Karpiden auf, die deutlich nach dem *Euwissadula*-Typus gebaut waren, mit einer ransversalen Einschnürung und 2 Samen in der oberen, 1 in der unteren Abteilung.

17. **Wissadula macrantha** n. sp. [Tab. IV. fig. 4—5 et VI. fig. 25—26].

Herba perennis (vel suffrutex) 0,5—2 mm. alta, erecta, ramosa, ramis minutissime uberulis glabrescentibus et præsertim novellis etiam pilis stellatis ferrugineis plus ninus densis fugacibus obtectis; internodia ad 6 cm. longa. Stipulæ lineares vel anceolato-lineares vel rarius ovato-lanceolatæ vel ovatæ, acutæ, stellato-tomentosæ, —10 mm. longæ, basi vel paulo supra basin 1—4 mm. latæ, caducæ. Petioli indumento caulis, apicem versus densius vestiti, longitudinaliter striatuli et supra pplanati, 3—10 cm. longi. Laminæ tenuiter membranaceæ, plus minus ovatæ, arius subrotundæ, basi cordatæ (incisura ad 7 mm. profunda, acuta sed vulgo alde aperta), acuminatæ, summo apice nervo medio excedente apiculatæ, margine ntegerrimæ, supra virides et pilis albis brevibus decumbentibus simplicibus vestitæ, ubtus cinerascentes et pilis stellatis albis vulgo laxiuscule obtectæ, 7-nerviæ, ervis validioribus supra subplanis, subtus prominentibus, rete venularum supra vix onspicuo, subtus prominulo; laminæ 6—18 cm. longæ, 3—13 cm. latæ. Inflo-

rescentiæ terminales, multifloræ, paniculatæ (maxima observata 2,5 dm. longa et 1 dm. diam.), ramis patentibus; pedunculi graciles, puberuli, floriferi 0,5—1,5 cm. longi (rarius brevissimi), fructiferi ad 2 cm. excrescentes, medio vel supra medium articulati et fructiferi vulgo ibidem geniculati; alabastra globosa. Calyx basi rotundatus, puberulus et plus minus dense pilis stellatis ferrugineo-tomentosus, 4 mm. longus, lobis ovato-triangularibus, acutis, c. 2 mm. longis et basi 2—2,5 mm. latis. Corolla flavida, petalis cuneatis et apice rotundato-truncatis, basi ad margines albo-pilosis, 8—12 mm. longis et circ. 6 mm. latis. Androecium cum tubo brevissimo 4—5 mm. longum. Styli 4—5, filamentis 1—2 mm. longiores. Fructus 4—5-merus subglobosus, 7—8 mm. diam.; carpidia matura chartacea, nigrescentia et brevissime puberula, apice rotundata et brevissime apiculata, 5—5,5 mm. longa. Semina tria, fusca, circ. 2 mm. diam., superiora triangulari-globosa, rugosa et ad hilum breviter pilosa, inferius obconico-globosum, hirsutulum et ad hilum longius pilosum.

var. α typica.

Rami, folia subtus calyxque extus minute puberuli vel insuper pilis stellatis deciduis subsparse vestiti; stipulæ lineares vel lanceolato-lineares, 5—10 mm. longæ et 1—1,5 mm. latæ; foliorum laminæ cordato-ovatæ, mediocriter acuminatæ, basi aperte et vulgo leviter incisæ, 6—14 cm. longæ et 3—10 cm. latæ; pedunculi graciles patulique.

Brasilia: Matto Grosso, Corumbá [MALME; herb. Regn.].

Paraguay: Fuerte Olympo [ANISITS 2067, partim; herb. Regn.]; Estancia S:a Maria, in campis saxosis in solo calcareo [ANISITS 2528; ibid.]; Gran Chaco, Loma Clavel, latit. S. 23° 20', ad margines silvarum [HASSLER 2570 *a*; leg. ROJAS; in herb. Hassler., Mus. Brit. et Berol.].

Bolivia: Guanai, 2000 ft. [RUSBY n. 1860; herb. Kew. et Mus. Brit. et in herb. nat. U. S.]; inter Guanai et Tipuani [MIGUEL BANG 1411[1]; ibid. et in herb. Berol.].

var. β grandifolia (E. G. BAK.).

Syn.: *Wissadula grandifolia* E. G. BAK. in Bull. New York Bot. Garden 4. p. 328 (1907).

Folia majora, ad 18 cm. longa et 11 cm. lata, petiolis longioribus (ad 13 cm. longis) suffulta, basi ad 1,5 cm. alte cordata, apicem versus sensim et longissime attenuata, supra subtusque indumento densiore, sordide cinereo vestita.

Bolivia: Coroico, Yungas »in damp soil along roads» [MIGUEL BANG 2366; in herb. Upsal., Berol., Boiss. et Mus. Brit.].

[1] Von RUSBY (in Mem. Torrey bot. Club VI. p. 11. 1896) als *Wissadula periplocifolia* (L.) GRIS. publiziert. Auch RUSBY n. 1860 ist von BRITTON (Bull. Torrey bot. Club 16. p. 153. 1889) mit dieser Art identifiziert worden.

var. γ brevipedunculata nov. var.

Petioli et nervi foliorum subtus, stipulæ atque alabastra florum pilis stellatis majoribus ferrugineis tecta. Stipulæ latiores, ovatæ vel ovato-lanceolatæ, acutæ, citius deciduæ, circ. 5 mm. longæ et 3—4 mm. latæ. Foliorum laminæ subrotundæ et obtuse acuminatæ, basi altius incisæ, lobis basalibus invicem tegentibus vel attingentibus, 7—10 cm. longæ et 5—7 cm. latæ. Flores brevissime pedunculati vel subsessiles.

Paraguay: in dumetis prope Escobar [HASSLER n. 1878; in herb. Hassler., Genev. et Mus. Brit.].

Während des letztverflossenen Jahres wurde in Bull. New York Bot. Garden unter dem Namen *Wissadula grandifolia* die MIGUEL BANG'sche, aus dem östlichen Bolivien herstammende Nummer 2366 beschrieben, die jedoch schon zuvor unter diesem Namen verteilt worden war. Diese Art zeigt indessen meines Erachtens eine so nahe Verwandtschaft mit einem anderen, über Paraguay und das südliche Brasilien wie auch das östliche Bolivien verbreiteten Typus, dass es mir am natürlichsten scheint, sie beide als Varietäten unter einer gemeinsamen Art zu vereinigen. Welchen Namen hat nun diese Art zu erhalten? Die Möglichkeit liegt ja nahe, den Namen *grandifolia* für die ganze Art zu verwenden, da diesem ja in gewissem Grade Priorität zukommt; der andere, weit verbreitete Typus ist nämlich nicht beschrieben worden, sondern bisher mit anderen Arten vermengt gewesen. Solchenfalls würde jedoch der MIGUEL BANG'sche Typus die Hauptform der Art darstellen und der andere eine Varietät unter derselben. Hierdurch würde die Verbreitung der Hauptart nur eine Ecke des ausgedehnten Verbreitungsgebiets der Varietät einnehmen, was ja äusserst unnatürlich ist. Da hierzu kommt, dass der Name *grandifolia* die Eigenschaft angibt, die besonders für den MIGUEL BANG'schen Typus kennzeichnend ist und nicht so gut zu dem anderen passt, so schien es mir am zweckmässigsten, die gemeinsame Art mit einem neuen Namen, *macrantha*, zu belegen. Die Hauptform derselben sehe ich nämlich in der, welche die weiteste Verbreitung besitzt, eine Auffassung, die in dem Umstande eine Stütze findet, dass ich von einem Lokal in Paraguay noch eine Varietät der fraglichen Art gesehen habe. *Wissadula macrantha* ist demnach in ihrer Hauptform von Paraguay bis nach Bolivia verbreitet; an letzterer Stelle ist aus ihr noch eine Varietät, *grandifolia* (E. G. BAK.), an ersterer eine andere, *brevipedunculata*, hervorgegangen.

Die Art dürfte wohl bisher infolge der Ähnlichkeit der Blattform mit der bei *W. amplissima* so gut wie übersehen worden sein. Die Blätter sind jedoch durch die kurzen einfachen Haare der Oberseite sowie durch das ziemlich spärliche Sternhaarkleid auf der Unterseite gekennzeichnet. Charakteristisch für die Art ist auch die grosse Blumenkrone. Der Bau der Frucht weist auf Verwandtschaft mit *subpeltata* und *hirsuta* hin; die Karpiden ähneln am meisten denen bei *subpeltata*, obwohl sie an der Spitze noch runder sind als diese. Durch die ausserordentlich scharf hervortretenden Einschnürungen auf den Seiten ähneln sie auch *subpeltata*.

Die Varietät *grandifolia* zeichnet sich vor allem durch die grösseren und lang ausgezogenen Blätter, die Varietät *brevipedunculata* durch die kürzeren und breiteren

Blätter mit tiefem Basaleinschnitt, durch die breiten Nebenblätter, die längs den Infloreszenzzweigen zusammengeballt stehenden, fast ungestielten Blüten und die mehr rostbraune Farbe der Sprosse aus. Die vorliegenden Exemplare erhalten infolge dieser Charaktere ein sehr abweichendes Aussehen, weshalb ich anfangs geneigt war, sie als der Art nach von *macrantha* verschieden zu betrachten. Da jedoch die Haartypen, welche die Blätter bekleiden (oben kleine, einfache Haare, unten Sternhaare), bei beiden völlig identisch sind, und da die Teile der Blüte der Form usw. nach vollständig übereinstimmen, so bin ich nach einer genaueren Prüfung am ehesten geneigt, sie als Varietäten unter einer und derselben Art zu vereinigen.

Von CHODAT und HASSLER wird *var. brevipedunculata* (in Bull. de l'Herb. Boiss. Sér. II: 5. p. 289. 1905) unter *Wiss. patens* (ST.-HIL.) GARCKE, gemäss einer Bestimmung von K. SCHUMANN, aufgeführt. Von der genannten Art ist sie jedoch weit verschieden und dürfte bei genauerem Zusehen kaum mit ihr verwechselt werden können.

18. **Wissadula conjungens** n. sp. [Tab. VII. fig. 2 et 10].

Frutex erectus, ramosus, ramis vetustioribus cortice fusco, leviter striatulo obtectis, novellis brevissime denseque cinereo-tomentellis et pilis majoribus stellatis sordide flavescentibus et mox deciduis instructis; internodia $^1/_2$—2 cm. longa. Stipulæ subulatæ, tomentellæ, c. 2 mm. longæ, caducissimæ. Foliorum petioli tomento ramulorum vestiti, teretes vel supra paulo applanati, $^1/_2$—1,5 cm. longi et laminis ter vel ultra breviores. Laminæ membranaceæ, ovatæ vel superiores lanceolatæ, apicem versus sensim et longiuscule contractæ, summo apice obtusiusculæ et apiculatæ, basi cordatæ (lobis basalibus semiorbicularibus, incisura acuta aperta, ad 4 mm. alta), margine levissime crenulatæ vel interdum fere integris (crenulis obtusis, ad 4 mm. latis et c. $^1/_4$ mm. altis), supra obscure virides, siccæ nigricantes et pilis simplicibus minutissimis adpressis, nonnullis stellatis intermixtis vestitæ, subtus pallidiores et viridi-canescentes atque pilis stellatis primo dense, demum sublaxe vestitæ; nervi primarii 7—9 et secundarii validiores supra vix, subtus conspicue prominentes, venulæ utrinque planæ et reticulum densissimum formantes; laminæ 2,5—6 cm. longæ, 1,2—4 mm. latæ. Inflorescentiæ in apicibus ramorum sitæ, paniculatæ et paucifloræ, 5—10 cm. longæ et 1—4 cm. diam. (vel majores?); pedunculi cinereo-tomentelli, graciles, 4—7 mm. longi et 1—1,5 mm. infra calycem articulati. Calyx basi acutus, cinereo-tomentellus vel minute puberulus, 3,5 mm. altus, lobis triangularibus, acutis, 1—1,5 mm. longis et 1,5—2 mm. latis. Corolla flavida, 9—10 mm. longa; petala anguste cuneata, apice oblique rotundata, in unguem albo-hirsutum sensim angustata, 8—9 mm. longa, sub apicem 5—6 mm. lata. Tubus stamineus brevissimus, minute pilosus, filamenta 3—4 mm. longa. Styli 5. Fructus 5-merus, primo cinereo-tomentellus, demum puberulus; carpidia obovoidea, 4,5—5 mm. longa et 2,5—3 mm. lata, apiculo brevi (c. $^1/_3$ mm. longo) instructa, infra medium valde transversim constricta. Semina superiora non visa, inferius obovoideum et superne truncatum, dense longeque, præsertim sursum, albovillosum, 2 mm. longum et 1,5 mm. diam.

Argentina: Prov. Tucuman, Vipos, alt. 800 m. [$^{25}/_8$ 1887; Herb. M. LILLO n. 328].

Wissadula conjungens bildet ein Verbindungsglied zwischen den mit ganzrandigen Blättern und den mit krenuliertem Blattrande versehenen Arten. Zunächst zeigt sie Anknüpfungspunkte mit *W. tucumanensis* und *gymnanthemum* unter den letzteren; von der erstgenannten unterscheidet sie sich hauptsächlich durch ihre sehr schwache Krenulierung des Blattrandes, durch die reicher verzweigten, nicht zylindrischen und traubenähnlichen Infloreszenzen sowie die schmal keilförmige, nach der Basis zu gleichmässig schmäler werdende Form der Kronenblätter. Gegenüber *gymnanthemum* ist sie sowohl durch die genannten Eigenschaften der Blätter und Kronenblätter als auch durch kleinere Früchte charakterisiert: man vergleiche hier, was die Kronenblätter betrifft, die drei Figuren 8, 9 und 10 auf Tafel VII. Die Art erinnert auch habituell etwas an *W. densiflora*, von der sie jedoch vor allem durch die mehr oval-lanzettlichen Blätter, die lockere und mehr verzweigte Infloreszenz, länger gestielte Blüten und bemerkenswert grössere Blumenkrone wohlunterschieden ist.

19. **Wissadula tucumanensis** n. sp. [Tab. VII. fig. 9].

Frutex (v. suffrutex) erectus, ramosus, ramis vetustioribus cortice fusco rimuloso et parce lenticellifero obtectis, novellis cinereo-tomentellis et insuper pilis stellatis majoribus flavescentibus plus minusve vestitis; internodia teretia, 1—4 cm. longa. Stipulæ subulatæ, tomentellæ, 3—5 mm. longæ et basi vix $^1/_2$ mm. latæ, caducissimæ. Foliorum petioli ut ramuli sed ad apicem densius hirsuti, teretes vel supra plus minus applanati et vetustiores longitudinaliter striatuli, $^1/_2$—3,5 cm. longi. Laminæ membranaceæ, paulo discolores, ovatæ ad ovato-lanceolatæ, basi cordatæ (incisura acuta, aperta, in foliis maximis ad $^1/_2$ cm. alta, lobis basalibus semiorbicularibus), apicem versus sensim et longiuscule angustatæ, summo apice acutiusculæ, margine leviter crenulatæ (crenis obtusis, ad $^1/_2$ mm. altis et 3 mm. latis, vulgo tamen minoribus), supra obscure virides et pilis simplicibus minutissimis puberulæ vel subglabræ nec non stellatis minutis sparsissimis inspersis, subtus paulo pallidiores et pilis stellatis, in foliis novellis dense, in vetustioribus laxiuscule vestitæ; nervi primarii 7—11 et secundarii validiores supra paulo, subtus magis prominuli, venulæ reticulum densissimum utrinque planum formantes; laminæ 4,5—9 cm. longæ et 2,5—5 cm. latæ. Flores in inflorescentia terminali, cylindrica, nuda, 5—10 cm. longa et 1,5—2,5 cm. diam. metiente dispositi; pedunculi recti, cinereo-tomentelli, patentes vel divaricati, floriferi 4—7 mm. longi et 1—2 mm. infra calycem articulati. Calyx extus tomentellus et parce stellato-hirsutus, basi acutus, c. 3,5 mm. longus et in lacinias triangulares, acutas, 1—1,5 mm. longas et basi 2 mm. latas divisus. Corolla lutea, 8—9 mm. longa; petala late orbicularia, apice rotundata, basi abrupte in unguem margine longe denseque albo-villosum contracta, 7—8 mm. longa et 8—9 mm. lata. Staminum tubus brevissimus, minutissime hirsutus, filamenta 3—3,5 mm. longa. Styli 4—5. Fructus 4—5-merus, vix rite maturus subglobosus, puberulus et 4 mm. longus, 5 mm. diam.; carpidia acuta, sed erostrata, infra medium valde transversim constricta.

Argentinæ prov. Tucuman: Rio Sali [M. LILLO n. 2432]; El Cadillal, alt. 600 m. [M. LILLO n. 2426].

Die Art steht der vorhergehenden am nächsten, der sie sich in den meisten Charakteren anschliesst; besonders sei auf die Behaarung der Blattoberseite hingewiesen, die mit der bei *conjungens* wie auch mit der der Hauptart von *gymnanthemum* ziemlich gut übereinstimmt. Sie scheint jedoch sehr gut artlich verschieden zu sein, vor allem durch die einfacheren, schmalen und traubenähnlichen Infloreszenzen, durch die meistens abstehende Stellung der Blüten und durch die breit kreisrunden, nach unten zu plötzlich zusammengezogenen Kronenblätter; vgl. hierzu Fig. 9 und 10 auf Taf. 7. Von *gymnanthemum* unterscheidet sie sich sowohl durch die eben angeführten Charaktere wie durch die geringeren Dimensionen der Blumenkrone; ein wichtiges Merkmal dürfte auch der Frucht zu entnehmen sein, die nicht die Grösse wie bei *gymnanthemum* zu erreichen scheint, nach einer fast reifen Frucht zu urteilen, die vermutlich ihre definitive Grösse erreicht hat. In der Grösse der Frucht scheint dagegen die Art der vorhergehenden Art zu ähneln.

20. **Wissadula gymnanthemum** (GRIS.) K. SCH.

K. SCHUMANN in MARTIUS, Fl. brasil. 12: 3. p. 446 (1891), pro parte. — E. G. BAKER in Journ. of Bot. 31. p. 71 (1893), pro parte.

Syn.: *Abutilon gymnanthemum* GRIS., Symb. ad Fl. argent. p. 47 (1879).

Frutex ramosus, ramis cortice fusco, striatulo tectis, ramulis brevissime cinereo-puberulis et pilis stellatis flavidis rarissimis instructis; internodia ad 5 cm. longa. Stipulæ subulatæ, acutæ, tomentellæ, 3—5 mm. longæ. Petioli supra paulo applanati, sicut ramuli tomentelli, 1,5—5 cm. longi. Laminæ tenuiter membranaceæ, ovatæ vel rotundato-ovatæ, acuminatæ, indivisæ vel interdum apicem versus lobo uno vel duobus lateralibus, ad 5 mm. longis instructæ, basi profunde cordatæ (incisura acuta sed aperta), margine incisura basali integra excepta dense crenato-dentatæ (dentibus obtusiusculis, 1/2—1 mm. altis), supra virides et subnitidæ pilis minutissimis simplicibus sparsis instructæ, subtus concolores vel paulo pallidiores, pilis minutis stellatis albidis laxiuscule vestitæ, 9-nerviæ, nervis validioribus supra planis vel elevatis subtusque prominentibus; laminæ 5—10 cm. longæ et 3—6 cm. latæ. Inflorescentia terminalis, parva, 5—7 cm. longa, ramis puberulis et plus minus dense pilis stellatis flavidis instructis; pedunculi graciles, ad 1 cm. longi, cinereo- vel flavescente-tomentelli. Calyx basi rotundatus, puberulus, 5—6 mm. altus, in lobos ovatos, acutos, 3—3,5 mm. longos et basi 2,5—3 mm. latos divisus. Corolla flavida, 10—15 mm. longa, petalis cuneato-orbicularibus. Staminum tubus brevissimus, c. 1/2 mm. longus, filamenta libera ca. 3 mm. longa. Styli 3—5. Fructus 3—5-merus; carpidia 6—7 mm. longa, apice rotundata et angulo interno vix conspicue vel breviter (c. 1/2 mm. longe) apiculata, medio transversim constricta. Semina fusca, 2—2,5 mm. diam., superiora globoso-reniformia et sparse breviterque albo-hirsuta, inferius obconico-globosum ac superne applanatum, densius hirsutum et ad hilum longius pilosum.

Argentina: Prov. Catamarca, Quebrada de Chuya [Febr. 1873; F. SCHICKENDANTZ n. 209; herb. Gotting.]; Andalgalá [E. W. WHITE n. 88; herb. Mus. Brit.].

var. subtomentosa nov. var. [Tab. VII. fig. 6—8].

Rami novelli densius pilis stellatis albidis vel albido-flavidis obtecti; folia supra pilis simplicibus minutissimis puberula et vulgo insuper majoribus rigidioribus, præsertim marginem versus densioribus, decumbentibus instructa (qua re lamina supra scabra), subtus plus minus dense, vetustiora laxius, albido- vel flavescente-tomentosa.

Argentina: Prov. Córdoba [STUCKERT 8769 et 16130; herb. Stuckert. et Regn.]; Dep. S:a Maria, Malagueño [STUCKERT n. 6034; ibid.]; Dep. San Alberto, Mina Clavero [STUCKERT n. 11346; ibid.]; Sierra Achala [STUCKERT n. 5935; ibid.]; Capilla del Monte [STUCKERT 17445; ibid.]; Los Cocos [STUCKERT 16228; ibid.]; Casa Bamba [STUCKERT n. 3667; herb. Stuckert.]; Dique de Córdoba [STUCKERT 8706; ibid.].

In Symb. ad Fl. argent. beschrieb GRISEBACH diese Art als ein *Abutilon*, sich dabei auf das oben zitierte Exemplar SCHICKENDANTZ' stützend. SCHUMANN hat dann in Fl. brasil. die Art der Gattung *Wissadula* überwiesen, mit vollem Recht sich dabei auf den Fruchtbau berufend, der typisch *Euwissadula*-artig ist. Er hat jedoch dabei mit *gymnanthemum* GRISEBACH's an gleicher Stelle beschriebenes *Abutilon wissadifolium* vereinigt, und in demselben weiteren Umfange nimmt auch BAKER die Art. Wie bei der folgenden Art näher angegeben wird, scheint mir die ursprüngliche GRISEBACH'sche Begrenzung der Art die richtige zu sein.

Wissadula gymnanthemum ist an ihren krenulierten, kleinen Blättern und an ihrer Behaarung erkennbar, wobei besonders auf das Fehlen langer, einfacher Haare an Internodien und Blattstielen (im Gegensatz zu *W. Grisebachii*) und das Fehlen von Sternhaaren auf der Blattoberseite (im Gegensatz zu *decora*) hingewiesen sei; charakteristisch ist die wie ölglänzende Blattoberseite. Die grosse Blumenkrone, die kleineren Blätter u. a. m. unterscheiden die Art von *sordida*.

In der Behaarung variiert indessen die Art recht bedeutend, was jedoch in dem Dichtheitsgrade, nicht in nennenswert verschiedenen Behaarungstypen sich zeigt. Mit dem GRISEBACH'schen Originalexemplar stimmt das oben zitierte WHITE'sche in allen Hinsichten gut überein. Dagegen weichen mehrere Exemplare, die von STUCKERT eingesammelt worden sind, besonders durch eine dichtere und dickere Sternhaarbekleidung an jungen Sprossteilen und auf den Blattunterseiten ab; überdies sind die einfachen Haare der Oberseite teilweise zu steifen Borsten ausgebildet. Da jedoch die Dichtheit des Wollfilzes und die Häufigkeit der erwähnten Borsten nicht unbeträchtlich variiert, darf nicht allzu grosses Gewicht darauf gelegt werden.

Die Art ist nur aus dem inneren Argentinien bekannt. Bemerkenswert ist dabei, dass die Hauptart bisher nur aus der Prov. Catamarca beobachtet worden ist, die Varietät nur aus der Provinz Córdoba; jedoch lassen sich weitgehendere Schlüsse nicht aus diesem Umstande ziehen, da das Vorkommen der Art noch ohne Zweifel allzu wenig bekannt ist.

21. **Wissadula Grisebachii** n. sp.

Syn.: *Abutilon wissadifolium* GRIS., Symb. ad Fl. argent. p. 47 (1879), pro parte. *Wissadula gymnanthemum* (GRIS.) K. SCHUM. in MART., Fl. bras. 12: 3. p. 446 (1891), pro parte. — E. G. BAKER in Journ. of Bot. 31. p. 71 (1893), partim.

Frutex erectus, ramosus, ramis cortice cinereo-olivaceo lævi obtectis, minutissime cinereo-puberulis et pilis longis (1—2 mm.) rectis patentibus albis dense instructis; internodia ad 4—5 cm. longa, vulgo breviora. Stipulæ filiformes, pilis stellatis et simplicibus vestitæ, 5—10 mm. longæ. Petioli indumento ramulorum obtecti, teretes vel supra admodum applanati, longitudinaliter striatuli, usque ad 9 cm. longi, foliorum superiorum breviores. Laminæ membranaceæ, paulo discolores, 7—9-nerviæ, subrotundæ et longiuscule acuminatæ, apice obtusæ et summo apice brevissime apiculatæ, basi cordatæ (incisura usque ad 1,5 cm. alta, acuta sed aperta, lobis basalibus rotundis), margine crenatæ incisura basali integra excepta (crenaturis rotundatis vel apice truncatis, $^1/_2$—1 mm. altis et 1—2 mm. latis), supra virides et nitidulæ, pilis minutissimis simplicibus plus minus dense instructæ vel subglabræ, subtus pallide virides et pilis albidis stellatis laxiuscule, novellæ dense, vestitæ; nervi primarii supra et præsertim subtus prominentes, venulæ supra vix conspicuæ subtusque reticulum laxum prominulum formantes; laminæ maximæ observatæ 11 cm. longæ et 8 cm. latæ, in foliis superioribus tamen minores. Inflorescentiæ terminales, paniculatæ, multifloræ, ad 2 dm. longæ, contractæ; pedunculi graciles, ut rami inflorescentiæ minutissime puberuli et longe flavescente-pilosi, floriferi ad $^1/_2$ cm. longi, fructiferi excrescentes, 1,2 cm. longi (vel longiores?); alabastra globosa. Calyx basi rotundatus, cinereo-tomentellus, pilis majoribus stellatis nec non simplicibus longis intermixtis, 3—4 mm. longus, lobis ovato-triangularibus, acutis, c. 1,5 mm. longis et 2 mm. latis. Corolla verosimiliter flava, 8—9 mm. longa, petalis basi margine albido-pilosis. Tubus stamineus c. 1,5 mm. longus, sparse pilosus, filamenta libera 3—4 mm. longa. Styli 4, andrœcio subæquilongi. Carpidia 4, [immatura] puberula, acuta, sed haud rostrata, 6—7 mm. longa, medio transversim constricta. Semina 3.

Argentina: Prov. Salta, Rio Juramiento [LORENTZ et HIERONYMUS n. 293]. Mense Febr. florebat. — Typus in herb. Gotting.

Eine Prüfung der beiden Exemplare, auf welche GRISEBACH (a. a. O.) sein *Abutilon wissadifolium* gegründet hat, ergab folgendes Resultat. Diese beiden bilden nicht eine Art, sondern zwei, indem die am Fluss Juramiento eingesammelte Pflanze *Abut.* (*Wissadula*) *gymnanthemum* nahesteht, die von Gran Chaco herstammende dagegen ohne Zweifel der Art angehört, die oben unter dem Namen *densiflora* beschrieben worden ist; das Exemplar war jedoch in so üblem Zustande und so unvollständig, dass dadurch GRISEBACH's Vermengung der beiden Pflanzen ihre Erklärung erhält. Was die erstere betrifft, so scheint sie mir entschieden als von *gymnanthemum* verschiedene Art betrachtet werden zu müssen, obwohl andererseits ihre nahe Verwandtschaft mit derselben unzweifelhaft ist. Gekennzeichnet ist sie vor allem durch das reichliche Vorkommen von langen, einfachen, abstehenden Haaren an Sprossachsen,

Blattstielen und Kelch, wovon nicht die geringste Andeutung bei den Exemplaren vorhanden gewesen ist, die ich von *gymnanthemum* gesehen habe. Übergangsformen zwischen ihnen habe ich demnach nicht beobachtet. Die Blätter sind ausserdem grösser bei der neuen Art, sowie mehr rund, der Form nach an die bei *Briquetia* (= *Anoda*) *denudata* (NEES et MART.) CHOD. et HASSL. erinnernd.

Da GRISEBACH's *Abut. wissadifolium* demnach ein Konglomerat aus zwei weit von einander verschiedenen Arten[1] darstellt, so erhebt sich die Frage, welche Namen dessen Bestandteile erhalten sollen. Die Beschreibung ist nicht hauptsächlich auf eine dieser Arten gegründet, sondern enthält offenbar eine Mischung der Charaktere beider [foliis crenulatis (*Grisebachii*) vel integerrimis (*densiflora*); ramulis incano-pubescentibus (*densiflora*), nunc simul pilosis (*Grisebachii*) etc.]. Einer der beiden darin enthaltenen Arten den Artnamen GRISEBACH's zu erteilen, scheint mir daher keineswegs zweckmässig, da dies nur zur Erhöhung der Unklarheit der Artabgrenzung beitragen muss, wozu auch die Unzweckmässigkeit des Namens innerhalb der Gattung *Wissadula* hinzukommt, während er in der Gattung *Abutilon* keinen Anstoss bietet. Ich glaube daher nur die Klarheit zu fördern, wenn ich die beiden neuen Namen *Grisebachii* und *densiflora* für die Bestandteile des *Abutilon wissadifolium* bilde.

22. **Wissadula sordida** HOCHR. [Tab. VII. fig. 1.]

HOCHREUTINER in Ann. du Conserv. et du Jardin bot. de Genève 6. p. 29 (1902).
Syn.: *Wissadula Mandoni* K. SCHUM. in sched.

Herba vel suffrutex erecta, ramis brevissime et vix conspicue cinereo- vel glauco-tomentellis et insuper pilis stellatis majoribus ferrugineis plus minus dense instructis; internodia ad 1 dm. longa. Stipulæ filiformes, acutæ, tomentellæ et stellato-hirsutæ, 0,5—1 mm. longæ, caducæ vel plus minus persistentes. Petioli pro rata longi, trigoni vel subteretes et supra applanati, indumento caulis vestiti, usque ad 11 cm. longi, in foliis superioribus breviores. Laminæ rigidæ, discolores, 9—11-nerviæ, rotundæ vel late cordatæ, acutæ et basi incisæ (incisura 0,5—1,2 cm. profunda, acuta sed aperta), margine incisura basali integra excepta leviter crenato-dentatæ (dentibus obtusis, ad 1 mm. altis et 5 mm. latis) vel interdum fere integræ, supra virides et pilis simplicibus decumbentibus nitidulis densis velutinæ, subtus albido- vel cinereo-tomentosæ et novellæ insuper in superficie tota dense, vetustiores in nervis validioribus pilis stellatis ferrugineis fugacibus vestitæ; nervi primarii supra subplani vel paulo prominuli, subtus valde prominentes, venulæ supra inconspicuæ subtusque reticulum densum elevatum formantes; laminæ maximæ 9 cm. longæ et 8 cm. latæ, superiores decrescentes. Inflorescentia terminalis, multiflora, paniculata, ad 1,5 dm. longa et 0,5 dm. diam.; pedunculi cinereo-tomentelli, breves, fructiferi ad 4 mm. longi; alabastra globosa, primo pilis stellatis ferrugineis evanidis tecta. Calyx basi rotundatus, extus

[1] Da SCHUMANN wie auch BAKER *gymnanthemum* und *wissadifolium* vereinigen, so besteht ihre *Wiss. gymnanthemum*, meiner Auffassung gemäss, aus nicht weniger als drei Arten.

cinereo-tomentellus, c. 4 mm. altus (fructiger 5 mm.), laciniis ovato-triangularibus, acutis, circ. 2 mm. longis (fructiferis 3 mm.) et fere æque latis. Corolla albida (viva flavida ?), 5—6 mm. longa, petalis basi margine sparse albido-hirsutis. Staminum tubus 1—1,5 mm. longus, sparse hirsutus, filamenta libera 1,5—2 mm. longa. Styli 4—5, andrœcium c. 1,5 mm. superantes. Fructus fere globosus, vulgo 4-merus, interdum 5-merus; carpidia sursum tomentella, obovata et acumine circ. 1/2 mm. longo instructa, medio transversim constricta, 6—7 mm. longa, 3 mm. lata et 3 mm. crassa. Semina 3, fusca et sparse albo-pilosa, 1,5—2 mm. diam., superiora dua subglobosa, inferius obconico-globosum.

Bolivia: Prov. Larecaja, viciniis Sorotá, San Pedro, colle Ulloutizi, 2700 m. s. m. [Mart.—Maj. 1860; MANDON n. 822; in herb. Holm., Berol., Kew. et Mus. Brit.].

Von MANDON selbst wurde die Art (in Bull. Soc. Bot. Fr. 12. p. 82. 1865) mit *Abutilon nudiflorum* (L'HÉRIT.) SWEET identifiziert. Mit dieser Art hat sie jedoch nichts zu tun. *Wissadula sordida* steht dagegen *gymnanthemum* nahe und weist im besonderen die grösste Ähnlichkeit mit deren Varietät *subtomentosa* auf. Sie ähnelt dieser Art nicht nur in den krenulierten Blättern, sondern auch in der reduzierten Anzahl von Fruchtblättern, die nur 3—4 beträgt. Die bedeutend grösseren und länger gestielten Blätter, die etwas mehr rostbraune Behaarung, die oben etwas sammetglänzenden, mit dichten, niederliegenden, langen und einfachen Haaren bedeckten Blattspreiten sowie vor allem die kleinen Blüten zeichnen die Art gegenüber *gymnanthemum* und den übrigen aus.

Soviel ich weiss, ist die Art bisher nur ein einziges Mal, von MANDON 1860, angetroffen worden, weshalb man wohl annehmen darf, dass sie eine sehr beschränkte Verbreitung besitzt.

23. **Wissadula andina** BRITT. [Tab. VII. fig. 3—5].

N. L. BRITTON in Bull. Torrey Bot. Club 16. p. 153 (1889). — RUSBY in Mem. Torrey Bot. Club III. p. 10 (1893). — E. G. BAKER in Journ. of Botany 31. p. 71 (1893), pro parte.

Frutex ramosus, ramis vetustioribus cortice cinereo-fusco et leviter rimoso tectis, ramulis junioribus breviter denseque albido-cinereo-tomentellis et insuper pilis majoribus stellatis albido-flavidis plus minusve dense vestitis; internodia ad 3,5 cm. longa. Stipulæ lineari-subulatæ, acutæ, tomentosæ, 3—6 mm. longæ. Folia pro rata parva, longe petiolata; petioli longitudinaliter striati, sicut ramuli hirsuti, 1—3 cm. longi; laminæ rigide membranaceæ, rotundato-ovatæ, breviter acuminatæ, summo apice acutæ vel obtusiusculæ, margine leviter ac irregulariter crenatæ, basi profunde cordatæ (incisura acuta angusta), supra dense breviterque stellato-hirsutæ, cinereo-virescentes (foliis junioribus mollibus), subtus paulo pallidiores, dense albido-tomentellæ et insuper pilis stellatis majoribus albidis laxius vestitæ, 9-nerviæ, nervis supra vix, subtus evidenter prominentibus venulis supra paulo conspicuis, subtus reticulatim prominulis; laminæ maximæ 4,5 cm. longæ et 3,2 cm. latæ. Flores in axillis foliorum superiorum

solitarii vel in panicula racemiformi parva (ad 1 dm. longa et 3 cm. diam.) terminali dispositi; pedunculi erecti, rigidi, 0,7—2 cm. longi, circ. 5 mm. infra calycem articulati, breviter tomentelli et insuper pilis stellatis magnis deciduis flavido-ferrugineis plus minusve dense vestiti. Calyx ut pedunculi hirsutus, 6 mm. longus (fructiferus ad 9 mm. accrescens), in lacinias lanceolatas subacutas, 3—4 mm. (in fructibus ad 6,5 mm.) longas et basi 2,5—3,5 mm. latas divisus. Corolla sicca pallide flavida, c. 11—12 mm. longa, petalis basi albido-hirsutis. Staminum tubus circ. 1 mm. longus, albido-pilosus, filamenta 3 mm. longa, basi albido-pilosa; styli andrœcium circ. 1 mm. superantes. Fructus 4-merus, interdum 3-merus; carpidia stellato-hirsuta, acuta sed erostrata, 10—11 mm. longa, 4—5 mm. lata. Semina tria, globoso-reniformia, olivacea, circ. 2,5 mm. diam., superiora brevissime, inferius longe albido-lanatum.

Bolivia: Capi [MIGUEL BANG 768; Berol., Kew., Mus. Brit. et in U. S. Nat. Herb.].

Das Originalexemplar dieser Art, von La Paz [RUSBY Nr. 1850] herstammend, habe ich nicht Gelegenheit gehabt zu prüfen. Als *W. andina* fasse ich jedoch MIGUEL BANG's Nr. 768 auf, teils weil sie recht gut mit der allerdings ziemlich vagen Beschreibung der Art übereinstimmt, teils und vor allem weil RUSBY selbst (in Mem. etc.) die beiden Exemplare mit einander identifiziert hat. Meine Beschreibung der Art gründet sich daher auf das fragliche MIGUEL BANG'sche Exemplar. BAKER fasst gleichfalls diese MIGUEL BANG'sche Nummer als *W. andina* auf und führt unter dieser Art auch MATTHEW's Nr. 504 (Cuesta de Purrochuco, Peru) an; diese, von der ich ein Exemplar in Kew gesehen habe, gehört jedoch garnicht hierher, sondern weicht durch eine andere Behaarung der Blätter, durch lange Staubblattröhre (3 mm), 1—1,1 cm langes Andrœcium, grössere Frucht usw. ab; das Exemplar ist jedoch zu unvollständig, um sicher auch nur entscheiden zu können, ob es der Gattung *Wissadula* angehört oder nicht.

Der Bau der Frucht ist bei *andina* der für *Euwissadula* typische; was die Form betrifft, so erinnert sie vielleicht am meisten an die der *densiflora*, an Grösse übertrifft sie aber bedeutend diese Art; die grossen, 10—11 mm langen Karpiden unterscheiden auch *W. andina* von fast allen übrigen Arten. Die sehr kleinen, krenulierten Blätter mit ihrer charakteristischen Behaarung, sowie die grosse Blumenkrone kennzeichnen ausserdem die Art. BRITTON erwähnt MANDON's Nr. 822 (später von HOCHREUTINER als *W. sordida* beschrieben) als möglicherweise mit *andina* identisch; diese sind jedoch deutlich von einander verschieden, bei MANDON's Exemplar ist nämlich die Blattoberseite mit langen, einfachen, niederliegenden Haaren bekleidet, nicht mit kleinen, dichtstehenden Sternhaaren bedeckt, ferner hat es Blüten von der halben Grösse wie bei *andina*, kleinere Früchte, grosse Blätter usw.

24. **Wissadula decora** SP. MOORE.

SP. MOORE in Trans. Linn. Soc. London. Ser. II. Vol. 4. p. 312 (1895).

Frutex vel suffrutex parvus, erectus, ramosus, ramulis teretibus brevissime cinereo-tomentellis vel cinereo-flavescente-puberulis et sæpe insuper pilis sparsis majoribus stellatis vel nonnullis simplicibus albidis instructis; internodia teretia, ad 5 cm. longa. Stipulæ subulatæ, acutæ, puberulæ vel tomentellæ, 2—7 mm. longæ. Petioli sicut ramuli hirsuti, usque ad 6 cm. longi et laminam subæquantes vel ea paulo breviores. Laminæ membranaceo-rigidæ, ovatæ, rotundato-ovatæ vel suborbiculares, acuminatæ, basi cordatæ (incisura acuta, usque ad 8 mm. alta), interdum apicem versus leviter 3-lobatæ, lobulis lateralibus ad 0,5 cm. longis, margine crenato-dentatæ incisura basali integra excepta (dentibus obtusiusculis, 1/2—1 mm. altis, 1/2—3 mm. latis), supra virides vel sordide albido-virides, dense tomentellæ vel pilis minutis stellatis albidis laxius vestitæ, subtus paulo pallidiores et indumento simili sed densiore obtectæ, 7—9-nerviæ nervis validioribus supra planis vel utrinque et præsertim subtus prominentibus; laminæ 2—7,5 cm. longæ, 1—6 cm. latæ. Flores in axillis foliorum superiorum solitarii vel vulgo in panicula terminali, ad 1,5 dm. longa et 8 cm. diam. metiente dispositi; pedicelli graciles, puberuli vel tomentelli, 0,5—2 cm. longi, 1,5—4 mm. infra calycem articulati. Calyx basi rotundatus (alabastris globosis), puberulus vel tomentellus, 3,5—5 mm. altus, in lacinias triangulari-ovatas, breviter acuminatas, 1,5—2 mm. longas et basi 2—2,5 mm. latas divisus. Corolla lutea, calyce subduplo longior, 1,5—1,7 cm. diam. metiens, petalis cuneatis, apice rotundatis, extus glabris, basi ad margines pilosulis, 8—9 mm. longis et apicem versus 7—8 mm. latis. Tubus staminum circ. 1—1,5 mm. longus, conicus, breviter hirsutus; filamenta libera ad 3 mm. longa. Styli 3—4, andrœcium c. 1 mm. superantes. Ovarium 3—4-merum, loculis triovulatis. Carpidia oblonga, obtusiuscula vel acuta sed erostrata, puberula, infra medium plus minusve conspicue constricta, 6—7 mm. longa et 2—3 mm. lata. Semina matura nondum observata, immatura puberula et inferius ad hilum longius hirsutum.

Brasilia: Prov. Matto Grosso, juxta flum. Paraguay ad Puerto Pacheco: abundat in campis [Sp. Moore 1061; in herb. Mus. Brit. et Berol.].

Paraguay: sine loco accuratius indicato [Percy Sladen Exped. n. 839; colleg. Robert; in herb. Mus. Brit.]; Gran Chaco septentr., Loma Clavel, latit. S. 23° 20 [Hassler, pl. parag. n. 2570; leg. T. Rojas; ibid. et in herb. Berol. et Hassler.]; in regione cursus inferioris flum. Pilcomayo, ad margines silvarum et in dumetis [Hassler, pl. parag. n. 83 et 121; leg. T. Rojas; in herb. Hassler.].

Die Art ähnelt am meisten *W. gymnanthemum*, von der sie sich jedoch u. a. durch verschiedene Behaarung (s. unter dieser Art) unterscheidet. Wie bei *gymnanthemum* ist bei ihr die Anzahl der Karpiden reduziert. An dem Typusexemplar [Sp. Moore 1061], das nur blütentragend war, fand ich an einer Blüte, die ich dank Herrn Sp. Moore's Entgegenkommen im Brit. Museum untersuchen durfte, die Anzahl der Fruchtblätter auf drei fixiert, und die gleiche Anzahl hatte auch Sp. Moore bei den von ihm untersuchten gefunden. Einige von den zitierten Hassler'schen Exemplaren, die fast reife Früchte besassen, wiesen eine Karpidanzahl von 3—4 auf. Ihr Bau wie auch die Samenstellung stellt die Art unzweifelhaft zur *Euwissadula*-Sektion.

W. decora wird hier in einem recht weiten Umfang genommen. Sie schliesst ein paar verschiedene Typen in sich, deren Hauptunterschied in dichterer oder lichterer Behaarung besteht, und die möglicherweise als gesonderte Varietäten aufzustellen wären. Es gilt dies besonders für die Exemplare, die an den Achsen eingestreute, lange, einfache Haare besitzen; eine genauere Prüfung ihrer systematischen Stellung an reichlicherem und vollständigerem Material wäre recht wünschenswert. Das Typusexemplar der Art repräsentiert eine kleinblättrige und dichtwollige Form; SLADEN'S und HASSLER'S Nr. 2570 zeigen das entgegengesetzte Extrem mit grossen, spärlicher sternhaarigen Blättern, und die übrigen nehmen eine Mittelstellung zwischen diesen ein. Möglicherweise spielt das Lokal bei dem Zustandekommen dieser Formen eine Rolle.

Bei der Begrenzung, in der die Art hier genommen wird, besitzt sie jedoch eine beschränkte Verbreitung über das südlichste Matto Grosso und das paraguaysche Chacogebiet; sie kann daher wohl als eine typische Chaco-Pflanze bezeichnet werden.

25. **Wissadula glechomatifolia** (ST.-HIL.) R. E. FR.
[Tab. III. fig. 3 et VII. fig. 11—12].

Syn.: *Abutilon glechomæfolium* ST.-HIL., Fl. bras. merid. I. p. 198. tab. 41 (1827). — *Abutilon glechomæfolium, glechomifolium* et *glechomatifolium* auct. — G. DON, Gen. Syst. I. p. 501 (1831). — WALPERS, Repert. Bot. Syst. I. p. 326 (1842). — GRISEBACH, Symb. ad floram argent. p. 45 (1879). — K. SCHUMANN in MARTIUS, Fl. bras. 12: 3. p. 380 (1891). — E. G. BAKER in Journ. of Bot. 31. p. 216 (1893).

Sida glechomæfolia DIETR., Synopsis plant. IV. p. 852 (1847).

Fruticulus vel suffrutex parvus, caulibus pluribus 1—4 dm. longis e radice communi gracilibus, prostratis vel adscendentibus; internodia 1—4 cm. longa, viridia vel rubescentia, minute albido-puberula et pilis stellatis majoribus ferrugineis sparsissime vel etiam interdum simplicibus longioribus nonnullis instructa. Stipulæ subulatæ, pilosulæ, persistentes, 2,5—5 mm. longæ, basi haud ultra 0,5 mm. latæ, siccæ rubescentes, diu persistentes. Petioli subteretes, indumento et colore caulis, laminam plus minus æquantes, 0,5—3,5 cm. longi. Laminæ membranaceæ, concolores, 7—9-nerviæ, suborbiculares, apice obtusæ et vulgo mucronulatæ, rarius acutæ, basi alte cordatæ (incisura ad 8 mm. profunda, angusta vel lobis invicem tegentibus), margine crenulatæ (crenaturis obtusis, $^1/_2$—1 mm. altis, $^1/_2$—2 mm. latis), supra pilis minutissimis simplicibus puberulæ, longioribus decumbentibus interdum intermixtis, subtus glabriusculæ et in nervis vel in superficie tota stellato-hirsutæ; nervi validiores supra plani vel prominuli, subtus prominentes, venulæ reticulum densum haud elevatum formantes; laminæ 1—3 cm. longæ et latæ. Flores axillares, solitarii, longe pedunculati, ramulo accessorio valde abbreviato, nunc vix conspicuo et numquam simul florente comitatæ, rarius apicem versus ramorum collocati et inflorescentiam nudam racemiformem formantes; pedunculi graciles, ut caulis puberuli, 1 usque ad 6 cm. longi; alabastra globosa. Calyx basi rotundatus, intus superne extusque puberulus, extus insuper pilis

stellatis ferrugineis sparse instructus, 6—7 mm. longus, in lobos ovato-triangulares acutos, circ. 3,5 mm. longos et 3—4 mm. latos divisus. Petala 1,2—1,5 cm. longa et lata, »colore Pruni Armeniaci vel fusco-purpureo-violacea vel alba, (in areis) rubro-striata», basi ad margines albo-hirsuta. Tubus stamineus vix 1 mm. longus, sparse pilosus, filamenta libera 2—3 mm. longa. Styli 3, andrœcium subæquilongi vel paulo longiores. Fructus 3-merus; carpidia chartacea, inflata, extus puberula, glabrescentia, intus glaberrima nitidaque, matura flavescentia, 6—7 mm. longa, 4—5 mm. lata, apice rotundata et brevissime apiculata, infra medium transversim constricta. Semina 3, globoso-reniformia, cinereo-nigrescentia, glabra, c. 2,5 mm. diam.

Brasiliæ prov. Rio Grande do Sul: sine loco accuratius indicato [SELLOW 2977 et 3471; herb. Berol. — idem 3472; Berol. et herb. Regn. — REINECK et CZERMAK 74; herb. Kew. et Regn.]; Porto Alegre, Pedras Brancas [LINDMAN A. 433; herb. Regn.]; Piratiny pr. Pelotas [MALME II: 164; ibid.]. — Rio Grande do Sul vel Uruguay [ST.-HILAIRE; Berol. — SELLOW d. 920 et d. 1045; ibid.].

Uruguay: loco haud indicato [SELLOW d. 311; herb. Berol. — FAIR 1669; Kew. — GIBBERT 555; ibid.]; Montevideo [Capt. KING; Kew. et Berol.]; Mercedes, Maciel [OSTEN 2956; herb. Berol.].

Argentina: Missiones, inter Corrientes et S:a Ana [NIEDERLEIN; Berol.]; Entrerios, Concepcion del Uruguay [LORENTZ 570; ibid. et Kew.].

Die Art wurde zuerst unter der Gattung *Abutilon* (von ST.-HILAIRE) beschrieben, und dieser ist sie auch später stets zugeteilt geblieben, abgesehen von DIETRICH, der die ganze Gattung *Abutilon* in *Sida* aufgehen lässt. Eine Untersuchung des Fruchtbaus hat mich zu einer anderen Auffassung geführt. Fruchtexemplare habe ich jedoch nur sehr spärlich in den geprüften Herbarien repräsentiert gefunden, aus welchem Umstand es sich erklären lässt, dass die Verfasser ein wichtiges Merkmal der Art übersehen haben, nämlich dass die Karpidvalveln ungefähr auf einem Drittel ihrer Länge, von der Basis aus gerechnet, mit einer querverlaufenden oder genauer einer von aussen nach innen schräg abwärts verlaufenden Falte versehen sind, die sich auf der Innenseite der Fruchtblätter als ein erhabener Wulst oder niedriger Querkamm bemerkbar macht; an der äusseren Kante öffnet sich das Karpid bis zu dieser Linie herunter, also zu ca. $^{2}/_{3}$ seiner Länge. Es ist dies ein in allem deutlicher *Euwissadula*-Bau der Frucht, wozu kommt, dass die Anzahl der Samen und ihre Stellung — nach den jungen Karpiden zu urteilen, die ich untersucht habe — auch völlig mit dem Verhältnis innerhalb dieser Gattung übereinstimmt. Drei Samen können zur Entwicklung kommen, natürlich kann aber der eine oder der andere fehlschlagen, was SCHUMANN's Angabe in Fl. bras. erklärt. Im Berliner Bot. Museum habe ich Gelegenheit gehabt, ein ST.-HILAIRE'sches Exemplar der Art zu prüfen; ein loses Karpid an diesem zeigte auch den geschilderten Bau. Für die Zuweisung dieser Art zur Gattung *Wissadula* spricht auch die sehr kurze Staubblattröhre.

Im Habitus weicht zwar *Wissadula glechomatifolia* sehr von dem für die Gattung typischen ab, es lässt sich aber nicht bestreiten, dass das Gleiche auch mit ihrem Verhältnis gegenüber den *Abutilon*-Arten der Fall ist. In Wirklichkeit schliesst sie

sich nicht so übel (man beachte die reduzierte Karpidanzahl) an die Serie von Arten an, die mit *gymnanthemum* beginnt und bis zu *decora* reicht. Diese letztere steht *glechomatifolia* am nächsten, unterscheidet sich aber von ihr durch die verschiedene Blütenfärbung und Behaarung, durch die noch mehr reduzierte Entwicklung der Pflanze usw.

An all den Früchten, die ich untersucht habe, habe ich nur 3 entwickelte Fruchtblätter gefunden. SCHUMANN gibt jedoch 3—5 an, welch letztere Zahl daher wohl als Ausnahme anzusehen ist.

Wiss. glechomatifolia hat eine recht beschränkte Verbreitung über das südlichste Brasilien und Uruguay sowie angrenzende Gegenden von Argentinien; sie schliesst sich auch in dieser Hinsicht recht natürlich an die oben genannte naheverwandte Artenserie an.

26. **Wissadula hirsutiflora** (PRESL) ROSE.

ROSE in Contr. U. S. Nat. Herb. I. p. 306 (1895) et V. p. 178 (1899).

Syn.: *Bastardia hirsutiflora* PRESL, Rel. Hænk. II. p. 112 (1836). — E. G. BAKER in Journ. of Bot. 31. p. 68 (1893).

Bastardia hirsutissima WALP., Repert. I. p. 327 (1842).

Sida hirsutissima DIETR., Syn. plant. IV. p. 850 (1847).

Fruticulus ramosus, ramis teretibus, virgatis, cinereo-flavescente-tomentellis et insuper pilis simplicibus longioribus patentibus plus minus dense instructis; internodia ad 6 cm. longa. Stipulæ filiformes, tomentellæ, c. 2,5—4 mm. longæ, mox caducæ. Petioli sicut caulis hirsuti, teretes, ad 4,5 cm. longi, foliorum superiorum breviores. Laminæ membranaceæ, lanceolato-ovatæ et longiuscule attenuatæ, summo apice acutiusculæ, basi truncatæ vel vulgo cordatæ (incisura acuta, aperta), margine incisura basali acumineque exceptis crenato-dentatæ (crenis acutis vel obtusiusculis, $^1/_2$—1,5 mm. altis et 1—3 mm. latis), supra virides vel viridi-canescentes et pilis stellatis cinereis minutis plus minus dense vestitæ, subtus paulo pallidiores et indumento simili sed densiore tectæ et insuper vulgo pilis simplicibus longis nonnullis in nervis validioribus sitis instructæ, 7—9-nerviæ, nervis validioribus supra et subtus paulo prominulis, rete venularum vix conspicuo; laminæ maximæ 6 cm. longæ et 3,7 cm. latæ. Flores axillares vel in racemis terminalibus, laxis, foliis parvis instructis dispositi; pedicelli erecti vel patentes, ad 2 cm. longi, indumento caulis vestiti sed præsertim apicem versus densius longepilosi. Calyx turbinatus, 10-nervius et 10-angulatus, stellato-tomentosus et vulgo dense longepilosus, 6,5—8 mm. longus, in lacinias anguste lanceolatas, sensim angustatas, acutas, 4—5 mm. longas et basi 1,5—2 mm. latas divisus. Corolla violacea, 14—18 mm. diam.; petala spathulata, marginibus basalibus hirsutis, c. 7 mm. longa. Staminum tubus brevis, filamenta 5—6 mm. longa. Carpidia 3, sursum stellato-hirsuta, 5—5,5 mm. longa, apice acutiuscula vel apiculo $^1/_2$ mm. longo coronata, prope basin conspicue transversim constricta. Semina 3 (vel 2 modo evoluta), castanea, subglobosa, 1,5 mm. diam., superiora pilis destituta, verruculosa, inferius breviter et laxe, ad hilum densius, albido-tomentosum.

Mexico: Tres Maria Islands [MALTBY n. 97; U. S. Nat. Herb.]; Acapulco [HÆNKE; Mus. Brit. — BARCLY n. 1959; ibid.].

var. tricarpellata (ROBINS. et GREENM.) R. E. FR. [Tab. VII. fig. 16].

Syn.: *Wissadula tricarpellata* ROBINS. et GREENM. in Contrib. U. S. Nat. Herb. 5. p. 179 (1899).

Rami, petioli calycesque pilis simplicibus longis destituti. Folia laxius stellato-hirsuta, viridia. Inflorescentiæ majores, multifloræ. Calycis lobi paulo breviores, c. 3 mm. longi.

Mexico: State of Jalisco, Tequila [PRINGLE 4610 pro parte[1]; in Mus. Brit. — PRINGLE 4578; ibid., Kew., Berol., Holm. et in U. S. Nat. Herb.].

Das Originalexemplar der Art ist das HÆNKE's aus Acapulco, das PRESL als eine *Bastardia* beschrieb. Die Zuweisung der Art an die Gattung *Wissadula* durch ROSE scheint mir völlig berechtigt und in Contr. U. S. Nat. Herb. I, p. 306 ausgezeichnet motiviert. Sowohl an dem Typusexemplar, das ich Gelegenheit hatte, im Britischen Museum zu prüfen, als an anderen ist eine typische *Wissadula*-Falte und ein Querwulst an den Karpiden entwickelt. Oft werden jedoch nur die beiden oberen Samenknospen entwickelt, während die untere nicht zur Reife gelangt, was zur Folge hat, dass das Fruchtfach (die untere Abteilung), das die letztere enthalten sollte, in der Entwicklung stehen bleibt und sehr unbedeutend im Vergleich zu dem oberen ist.

Was die Varietät *tricarpellata* betrifft, so dürfte es möglicherweise ebenso berechtigt sein, sie als besondere Art aufrechtzuerhalten. Doch habe ich Exemplare (PALMER 1307 von Colima) gefunden, die eine ziemlich intermediäre Stellung einnahmen, so dass ihre sichere Identifizierung mit einer derselben schwierig war. Die für die Hauptart besonders charakteristischen langen Haare an Sprossachsen und Kelch, die bei der Varietät fehlen, kommen an den PALMER'schen Exemplaren an einigen Blüten spärlich vor, fehlen aber an den Internodien. Auch die anderen unterscheidenden Charaktere scheinen nicht immer konstant zu sein.

Sowohl die Hauptart als die Varietät hat eine südlichere Verbreitung als ihr nächster Verwandter, *Wissadula cincta*, kommt aber wie diese innerhalb eines sehr beschränkten Gebietes vor. Wie aus den Lokalangaben und der Karte hervorgeht, ist der westliche Teil des mittleren Mexiko ihr Heimatland.

27. **Wissadula cincta** (BRAND.) ROSE.

ROSE in Contr. U. S. Nat. Herb. 5. p. 178 (1899).

Syn.: *Abutilon* (*Wissadula*) *cinctum* BRANDEGEE in Zoë 3. p. 348 (1893).

[1] Unter PRINGLE's Nr. 4610 sind auch Exemplare einer *Sida*-Art (*Sida alamosana* WATS. oder eine ihr nahestehende) gemengt und verteilt worden, die habituell in hohem Grade an *Wissadula hirsutiflora var. tricarpellata* erinnert. In einigen Sammlungen (Kew, Berlin, Stockholm) besteht daher die genannte PRINGLE'sche Nummer aus dieser *Sida*, statt, wie die Etikette angibt, aus *Wiss. tricarpellata*.

Frutex ramosus, ramis vetustioribus (ad 4 mm. crassis) cortice albido-cinereo ectis, junioribus virgatis, tomento denso brevissimo cinereo vestitis; internodia ad 5 m. longa. Stipulæ tomentellæ, subulatæ, c. 2 mm. longæ, caducissimæ. Petioli oliorum teretes vel trigoni, præsertim versus basin supra applanati, indumento caulis estiti, 0,8—1,8 cm. longi et laminis paulo breviores. Laminæ membranaceæ, utrinque anescentes, rotundato-ovatæ, apicem versus sensim breviterque augustatæ, acutæ, asi cordatæ (incisura angusta, acuta, usque ad 0,5 cm. alta) vel rarius subtruncatæ, nargine incisura basali integra excepta crenato-dentatæ (crenis triangularibus vel emiorbicularibus, acutiusculis vel obtusis, $^1/_2$—2 mm. latis, $^1/_2$—1 mm. altis), supra ubtusque brevissime denseque tomentellæ, 7-nerviæ, nervis validioribus supra leviter mpressis, subtus prominentibus, venulis inconspicuis; laminæ maximæ 2,5×2,2 cm. netientes, vulgo tamen c. 1,5 cm. longæ et 1,2 cm. latæ. Flores breviter pedunculati, xillares atque apicem versus ramulorum collocati et inflorescentiam racemosam ontractam formantes; bracteæ lineari-oblongæ; pedicelli ut caulis tomentelli, 1—4 mm. ongi. Calyx basi acutus, 10-angulatus et 10-nervius, extus breviter canescenti-tomenellus et insuper pilis longis simplicibus dense vel densissime vestitus, 6—7 mm. longus, obis lanceolatis, acuminatis, 3—4 mm. longis et 2,5 mm. latis. Corolla pallide urpurea vel lilacina, c. 1,5 cm. diam.; petala cuneato-spathulata, apice rotundata, d margines basales albo-pilosa, c. 7 mm. longa et 6 mm. lata. Andrœcium c. 5 mm. ongum, tubo desitutum. Fructus 3-merus; carpidia dense breviterque cinereolavescente-tomentosa, apice rotundata obtusaque, circ. 6 mm. longa, infra medium ransverse constricta. Semina 3, superiora collateralia, glabra, inferius rugulosum et uperne ad hilum pilosum.

Mexico: State of Sonora: Las Durasnellas [BRANDEGEE; U. S. Nat. Herb. n. 5193]; pr. Alamos [PALMER 381; ibid.].

Dass die Art der Gattung *Wissadula* angehört, geht mit völliger Deutlichkeit us folgender vortrefflicher Beschreibung des Fruchtbaues hervor, die BRANDEGEE eliefert hat: »Ovary 3-celled; ovules three in each cell, the two upper collateral; tyles three, capitate, united only at base, minutely and sparsely stellate hairy; carels three, rounded at apex, loculicidally-dehiscent to the base within, two-thirds the enght without, constricted below the middle by a callous ring which is higher anteiorly and posteriorly than at the sides; upper seeds smooth, lower conformed in hape to the cavity, tuberculate punctate at the sides, and crowned by a hirsute ing; radicle superior.» Über die Stellung der Art innerhalb der Gattung *Wissadula* st bereits oben berichtet worden (s. S. 8—10).

W. cincta unterscheidet sich von seinen nächsten Verwandten, der vorhergehenden ınd der folgenden Art, durch die dicht graufilzigen, aber nicht langhaarigen Interıodien, ihre kleinen, dicht und kurz weisswolligen Blätter sowie die reichliche Beıaarung an dem Kelch, die wie ein dichter Bart denselben bekleidet. Sie steht *ıirsutiflora* am nächsten, und nicht unmöglich ist es, dass sie geradezu mit dieser zu ereinigen ist, wie das E. G. BAKER tut (in Journ. of Bot. 32, p. 38), oder dass sie ıls eine Varietät derselben aufzufassen ist. Um die Frage sicher zu entscheiden,

bedarf es eines reicheren Materials. Die Blattform und die Blattgrösse erinnert nicht wenig an die kleinblättrige Form von *Wissadula decora*, von der jedoch natürlich die Farbe der Blüte, Fruchtform u. a. leicht die Art unterscheidet. Im U. S. Nat. Herb. fand sich ein aus Culiacan, Mexiko, herstammendes Exemplar, das möglicherweise zu *W. cincta* zu rechnen ist, vielleicht aber auch eine besondere, jedoch nahestehende Art repräsentiert. Es zeichnet sich durch grössere Blätter, die spärlicher behaart und daher der Farbe nach mehr grün sind, durch garnicht oder äusserst spärlich langhaarigen Kelch und etwas kleinere Blumenkrone aus.

Die beiden typischen Exemplare, die ich von *Wiss. cincta* gesehen, stammen aus der Provinz Sonora im nordwestlichen Mexiko; nur noch ein Exemplar habe ich von der Art angeführt gesehen, nämlich von ROSE (in Contr. U. S. Nat. Herb. 5, p. 178) aus Alamos (GOLDMAN), demnach auch dieses aus der gleichen Gegend. Ebenso stammt das eben erwähnte abweichende Exemplar aus fast demselben Gebiet, so dass die Art eine sehr geringe Verbreitung zu besitzen scheint.

Wissadula wissaduloides (E. G. BAK.) ROSE [Tab. VII. fig. 17—18].

ROSE in Contr. U. S. Nat. Herb. 5. p. 179 (1899).

Syn.: *Abutilon wissaduloides* E. G. BAKER in Contr. U. S. Nat. Herb. 3. p. 312 (1895).

Frutex (vel herba) ramosus, ramulis dense breviterque albido-tomentellis et insuper pilis longioribus (1/2—1 mm. longis) simplicibus patentibus sparse instructis; internodia ad 3,5 cm. longa. Stipulæ subulatæ, tomentellæ, 2—3 mm. longæ, mox caducæ. Petioli ut caulis pilosi, longitudinaliter striatuli, ad 7 cm. longi et laminam longitudine æquantes vel ea paulo breviores. Laminæ membranaceæ, orbiculares et acuminatæ (acumine 1—1,5 cm. longo), summo apice obtusæ, basi cordatæ (incisura 1/2—1 cm. alta et acuta sed aperta), margine crenatæ (crenaturis circ. 1 mm. altis et 1—2,5 mm. latis, obtusis), supra virides et pilis stellatis albidis minutis, in foliis novellis dense ac molliter, in vetustioribus laxius et scabriter vestitæ, subtus paulo pallidiores et indumento simili sed paulo densiore vestitæ, 7—9-nerviæ, nervis validioribus supra et præsertim subtus prominulis, rete venularum vix conspicuo; laminæ maximæ 8 cm. longæ et 6 cm. latæ, superiores minores. Flores axillares vel in panicula terminali foliosa dispositi; pedicelli calyxque extus dense puberuli et glandulosi et insuper pilis longis densis simplicibus instructi, patentes, floriferi 1—1,5 cm. longi, fructiferi ad 3,5 cm. excrescentes. Calyx campanulato-turbinatus, 10-nervius, 7—9 mm. longus, in lacinias lanceolato-triangulares, acutas, 4—5 mm. longas et 3—3,5 mm. latas divisus. Corolla sicca rosea, petalis cuneatis, apice truncato-rotundatis, circ. 10 mm. longis et apicem versus 7—9 mm. latis, marginibus basi breviter denseque albido-tomentellis. Tubus staminum brevissimus, subnullus, filamenta libera 5—7 mm. longa. Styli staminibus subæquilongi. Fructus 3-merus; carpidia puberula, obovata et gibbosa, apice obtusa, c. 6 mm. longa. Semina globoso-reniformia, verruculosa, pilis destituta, circ. 1,5 mm. diam.

Mexico: State of Sinaloa, Ymala [PALMER n. 1720; in herb. Mus. Brit.].

Nur PALMER's zitiertes Exemplar ist, soviel ich weiss, von der Art beobachtet worden. Den Fruchtbau habe ich selbst Gelegenheit gehabt, an dem Exemplar im Brit. Museum in London zu untersuchen. Drei Karpiden waren beständig entwickelt, und diese zeigten denselben Bautypus wie die der beiden vorhergehenden Arten. Drei Samenknospen waren stets vorhanden, 2 obere kollaterale und 1 untere; eine Querfalte an den Karpidvalveln teilt den Karpidraum unvollständig in eine obere grössere und eine untere kleinere Abteilung; die erstere entwickelte sich stark auf Kosten der letzteren, indem nur die beiden oberen Samenknospen zur weiteren Entwicklung gelangten, während ich keine reife untere Samenknospe beobachtet habe. Ob wie bei *hirsutiflora* diese bisweilen doch zur Reife kommen kann, muss dahingestellt bleiben. Jedenfalls ist es klar, dass der Bau der Frucht die Art der Sektion *Euwissadula* zuweist. Die äusserst kurze Staubblattröhre weist auch auf die Gattung *Wissadula* hin und spricht gegen BAKER's Einreihung der Art unter *Abutilon;* die grossen krenulierten Blätter geben ihr jedoch ein ziemlich *Abutilon*-ähnliches Aussehen.

29. **Wissadula holosericea** (SCHEELE) GARCKE. [Tab. VII. fig. 13—14].

GARCKE in Zeitschr. f. Naturwissensch. Halle 63. p. 124 (1890). — ROBINSON in A. GRAY, Synopt. Flora of N. Amer. Vol. I: 1. p. 326 (1897). — ROSE in Contr. U. S. Nat. Herb. 5. p. 178 (1899).

Syn.: *Abutilon holosericeum* SCHEELE in Linnæa 21. p. 471 (1848). — WALPERS, Ann. Bot. System. II. p. 157 (1851—52). — GRAY, Pl. Wright. p. 20 (1852). — COULTER in Contr. U. S. Nat. Herb. II. p. 42 (1891). — E. G. BAKER in Journ. of Bot. 31. p. 74 (1893).

Abutilon velutinum GRAY, Gen. Fl. amer. bor.-orient. illustr. II. p. 67 et 230, tab. 125 (1849).

Frutex erectus, ramosus, ramulis junioribus cinereo-flavescente-tomentosis, plus minusve glutinosis; internodia longitudine valde variabilia. Stipulæ tomentoso-hirsutæ, filiformes, 8—10 mm. longæ, mox caducæ vel diu persistentes. Petioli indumento ramulorum vestiti, teretes et longitudinaliter striatuli, longitudine valde variabiles, 2—20 cm. longæ, laminis paulo ad duplo breviores, foliorum superiorum breviores. Laminæ vulgo crassiusculæ, membranaceæ, suborbiculares vel ovatæ, superiores lanceolatæ, apicem versus sensim angustatæ, summo apice acutæ, interdum leviter trilobatæ, basi profunde cordatæ (incisura usque ad 3 cm. alta, acuta et angusta vel etiam sæpe lobis basalibus rotundatis invicem tegentibus), margine irregulariter crenatæ (crenis acutis, $^1/_2$—5 mm. altis, 2—10 mm. latis), utrinque pilis stellatis dense, in foliis novellis densissime, tomentosæ, molles et canescentes vel cano-flavescentes; nervi primarii 7—9, supra plani, subtus ut venuli reticulum subdensum formantes prominuli; laminæ magnitudine multo variabiles, 6—22 cm. longæ et 4—16 cm. latæ, apicem versus ramorum decrescentes. Flores axillares et ramulo florifero accessorio vulgo

comitati, ad apices ramorum collocati et paniculam foliosam formantes; pedunculi tomentosi et vulgo glutinosi, floriferi 1 cm. longi vel vulgo breviores, fructiferi ad 1,5 cm. excrescentes, florum axillarium longiores et ad 3 cm. metientes. Calyx indumento pedunculorum vestitus, basi acutiusculus, 8—14 mm. longus, in lacinias ovatas, acutas vel acuminatas, 4—7 mm. longas et 4—9 mm. latas divisus. Corolla flava, 2,5—3 cm. diam.; petala rotundato-spathulata, basi margine dense albo-pilosa, c. 12 mm. longa et 10 mm. lata. Andrœcium 7—9 mm. longum, tubo 2,5—3 mm. longo, glabro, basi bulboso-incrassato et 2—2,5 mm. crasso. Styli 5, andrœcium ad 3 mm. superantes. Fructus 5- (vel 6-merus), turbinatus, cinereo-tomentosus, superne 1,1—1,3 cm. diam.; carpidia a latere visa subtriangularia, infra medium conspicue constricta, superne angulo externo 1—1,5 mm. longe rostrata, una cum rostro 8 mm. longa. Semina uniformia, globoso-pyriformia, olivaceo-brunnea, glaberrima, 3 mm. longa et 2,5 mm. lata.

Texas: New Braunfels, in rupibus [LINDHEIMER, Fl. tex. exs. Fasc. III n. 354; U. S. Nat. Herb., Kew, Mus. Brit., Berol. et Ups.]; San Antonio, in collibus communis [BUSH; U. S. Nat. Herb.]; Nueces Valley [HAVARD; ibid.]; Gillespie Countie [G. JERMY; ibid.]; W. Texas to El Paso, New Mexico [WRIGHT 53; ibid., Kew et Mus. Brit.].

Mexico: Valley of Rio Grande below Doñana (in Texas?) [Mexican Boundary Survey n. 105; U. S. Nat. Herb., Kew et Berol.]; Cuahila pr. Monclova [PALMER 111; Kew et U. S. Nat. Herb.]; State of Nuevo Leon, Monterey [PRINGLE 1945; ibid. et Ups., Holm., Berol. et Mus. Brit. — BERLANDIER 1408; Mus. Brit.].

Unter der Gattung *Abutilon* zuerst beschrieben und dann lange beibehalten, wurde die Art als mit den Wissadulen zusammengehörig erst 1890 von GARCKE nachgewiesen. BAKER stellt sie jedoch immer noch zu *Abutilon*, woran sie auch habituell sehr erinnert. Es kann indessen kein Zweifel darüber obwalten, dass der Fruchtbau die Art zur Gattung *Wissadula* stellt. SCHEELE's Originalexemplar (das oben zitierte LINDHEIMER'sche) wie auch alle übrigen, die ich geprüft, haben nämlich eine ebenso deutliche Querfalte an den Fruchtblättern und Differenzierung der Karpiden in einen oberen und einen unteren, auswendig nicht aufspringenden Teil wie z. B. bei *periplocifolia* und *amplissima*. Die Samenstellung ist auch die für die Euwissadulen völlig typische, wie sie auch GRAY auf seiner vortrefflichen Tafel in Gen. fl. amer. bor.-orient. illustr. II, tab. 125 abgebildet hat.

Die Art besitzt eine recht grosse Variation, die sich hauptsächlich in verschieden dichter Wollbehaarung und mehr oder weniger entwickelter Klebebehaarung, in der Blattform und besonders der Grösse und Form der Kelchzipfel zeigt; möglicherweise wird es sich auch herausstellen, dass sie ein paar verschiedene Typen oder Arten in sich schliesst. Die beiden folgenden können als mehr selbständige Typen derselben betrachtet werden. Auch bei der recht weiten Auffassung, in der *Wiss. holosericea* hier genommen wird, besitzt sie eine sehr beschränkte Verbreitung innerhalb der Grenzgegenden zwischen Texas und Mexiko.

30. **Wissadula insignis** n. sp.

Frutex (?) ramis novellis dense stellato- et laxius glanduloso-tomentosis, canescentibus; internodia ad 3 cm. longa. Stipulæ tomentosæ, subulatæ, 1,5—2 mm. longæ, caducæ. Foliorum petioli ut ramuli tomentosi, teretes et supra plus minusve applanati, 1,5—3,5 cm. longi, laminis circ. duplo breviores. Laminæ rigide membranaceæ, late cordato-ovatæ vel orbiculares et apicem versus sensim breviterque angustatæ, summo apice obtusæ atque apiculatæ, basi profunde cordatæ (incisura angusta vel aperta, ad 1 cm. alta), margine incisura basali integra excepta irregulariter crenulatæ (crenis apiculatis, circ. 3 mm. latis et 0,5 mm. altis), supra sordide virides, subtus pallidiores, canescentes, utrinque sed subtus densius stellato-tomentosæ; nervi primarii 7—9 supra plani vel paulo prominuli subtusque valde prominentes, venuli subtus reticulum subdensum elevatum formantes; laminæ 3—7 cm. longæ et 3—5,5 cm. latæ. Flores axillares atque inflorescentiam terminalem paucifloram paniculatam formantes; pedunculi ut ramuli tomentosi, glandulis densioribus, 1—3 cm. longi, circ. 1/2 cm. infra calycem articulati. Calyx basi rotundatus, extus cinereo-flavescente-tomentosus, florifer 1 cm. longus, in lobos 5 ovatos et breviter acuminatos, 5 mm. longos et latos divisus. Corolla magna, c. 4,5 cm. diam., verosimiliter flavida; petala cuneato-spathulata, apice rotundata et retusa, ad margines basales dense pilosa, c. 2,2 cm. longa et sub apice 1,5 cm. lata. Staminum tubus glaberrimus, 5 mm. longus, cylindricus et basi bulboso-incrassatus, bulbo 3,5 mm. diam.; filamenta libera 5 mm. longa. Styli 5, andrœcium subæquilongi. Fructus 5-merus, longepilosus, (immatura) 1 cm. diam., carpidia triangularia, (immatura) 7 mm. longa, sursum angulo externo 1 mm. longe rostrata, infra medium constrictione transversali in loculos 2 incomplete divisa. Semina 3, glaberrima.

Texas occid.: »Rocky foot hills of Vieja Mt. [Oct. 1883; W. HAVARD; U. S. Nat. Herb. n. 129848].

Die Art steht der vorhergehenden sehr nahe, scheint mir aber wegen der grossen Blüten und der langen Staubblattröhre, die unten eine kräftige runde Anschwellung besitzt, nicht mit dieser vereinigt werden zu können.

31. **Wissadula microcalyx** ROSE in sched.

Herba (vel frutex?) erecta; caulis teres, rubescens, dense glanduloso-hirsutus; internodia ad 8 cm. longa (vel etiam longiora?). Stipulæ subulatæ, hirsutæ, 7—10 mm. longæ, mox caducæ. Petioli foliorum ut caulis hirsuti, teretes et supra applanati, ad 10 cm. longi et in foliis superioribus breviores. Laminæ membranaceæ, orbiculares apiceque attenuatæ vel superiores ovatæ, indivisæ vel interdum infra apicem leviter trilobatæ, basi alte cordatæ (incisura ad 2,5 cm. alta, acuta, angusta, lobis basalibus interdum sese attingentibus), margine crenatis (crenis c. 5 mm. latis et 1 mm. altis, obtusis vel apiculatis), supra virides et pilis stellatis minutis molles, subtus viridi-canescentes

et pilis stellatis dense vestitæ, tomentosæ; nervi primarii 9—11, supra subplani, subtus prominentes, venulæ supra impressæ subtusque reticulum laxum elevatum formantes; laminæ petiolis subduplo longiores, maximæ observatæ 18 cm. longæ et 15 cm. latæ, in foliis superioribus minores. Inflorescentiæ paniculatæ, multifloræ, late ovoideæ, foliis minutis instructæ; pedunculi glanduloso-hirsuti, floriferi 0,5—1 cm. longi. Calyx breviter campanulatus, extus tomentosus et glanduloso-hirsutus, 6 mm. longus et in lobos breves, deltoideos vel rotundato-triangulares, acutos, 1,5 mm. longos et 3,5 mm latos divisus. Corolla flavida, 2,7—3,5 cm. diam., petalis cuneato-spathulatis, ad margines basales dense albo-pilosis. Staminum tubus cylindricus, glaber, c. 3 mm. longus; filamenta libera c. 5 mm. longa. Styli 5, andrœcium c. 2 mm. superantes. Fructus 5-merus, tomentosus; carpidia (immatura) apice rotundata, erostrata. Semina 3, glaberrima, nigra.

Mexico: State of Puebla, pr. Tehuacán [ROSE 11418; U. S. Nat. Herb.].

Im U. S. Nat. Herb. lagen zwei Exemplare mit dem Namen *Wissadula microcalyx* ROSE bezeichnet; eine Beschreibung der Art habe ich jedoch nicht finden können. Sie steht unstreitig *W. holosericea* nahe, mit ROSE bin ich aber entschieden der Ansicht, dass sie von dieser gesondert gehalten werden muss. Kennzeichnend für sie ist die reichliche klebrige Behaarung, die an allen Achsen das Wollhaarkleid der *holosericea* ersetzt, ferner der kurze Kelch (daher der Name) mit kurzen und breiten, mehr oder weniger dreieckigen Zipfeln, die leuchtend gelbe Farbe der Blüten sowie die stumpfen, nicht geschnäbelten Karpiden. Zwar liegen völlig reife Früchte nicht vor, die unreifen unterscheiden sich aber in der genannten Hinsicht deutlich von denen von *holosericea*.

Wiss. microcalyx stammt aus dem südlichen Mexiko her, so dass ihre Verbreitung nicht, wie das bei der vorigen Art der Fall ist, in das Gebiet der *holosericea* fällt, was ja auch für ihre artliche Verschiedenheit spricht.

32. **Wissadula trilobata** (HEMSLEY) ROSE.

ROSE in Contr. U. S. Nat. Herb. 5. p. 178 (1899).

Syn.: *Abutilon trilobatum* HEMSLEY, Diagn. pl. nov. II. p. 24 (1879) et in Biol. Centr. Am. Bot. I. p. 111 (1879).

Wissadula acuminata ROSE in Contr. U. S. Nat. Herb. 5. p. 144 et p. 178 (1897).

Herba (vel suffrutex?) erecta, ramosa, 1—2 m. alta, caule glanduloso- et stellato-hirsuto et insuper pilis longis patentibus plus minus dense vestito; internodia teretia, ad 6 cm. longa. Stipulæ filiformes, hirsutæ, 8—15 mm. longæ. Petioli indumento caulis vestiti, teretes, ad 7 cm. longi et laminis bis vel ter breviores. Laminæ membranaceæ, discolores, subovatæ et trilobatæ (lobis triangularibus, terminali ad 8 cm. longo et 7 cm. lato, lateralibus ad 2,5 cm. longis), basi cordatæ (incisura ad 3 cm. alta, acuta, interdum lobis basalibus sese tegentibus), margine irregulariter dentatæ (dentibus triangularibus, acutiusculis 1/2—5 mm. altis et 2—10 mm. latis), supra virides et pilis longis simplicibus adpressis vestitæ, pilis stellatis minutis plus minus

dense, interdum etiam numerosioribus intermixtis, subtus viridi-canescentes et stellato-tomentosæ, molles; nervi primarii 7—9, supra plani, subtus prominentes; laminæ maximæ 17 cm. longæ et 12 cm. latæ, vulgo tamen circ. 12×8 cm. metientes, foliorum superiorum decrescentes. Flores axillares, ramulo florifero accessorio vulgo comitati, ad apicem ramorum collocati et paniculam amplam multifloram foliosam formantes; pedunculi glanduloso-hirsuti et longepilosi, fructiferi 1/2—1 cm. longi, pedunculi florum axillarium usque ad 3,5 cm. metientes. Calyx basi acutus, 10-nervius, tomentellus et præsertim in nervis longepilosus, 10—11 mm. longus et in lacinias lanceolatas acuminatas, 6—7 mm. longas et basi 4—5 mm. latas divisus. Corolla flavida (vel sicca violacea), calyce duplo longior; petala spathulata, marginibus basalibus albopilosis, 10—12 mm. longa. Andrœcium cum tubo 2,5—3 mm. longo, glabro et basi bulboso-incrassato 7 mm. longum. Styli 5, andrœcium c. 5 mm. superantes. Fructus 5-merus, turbinatus et stellato-pilosus; carpidia triangularia, 9 mm. longa, sursum 5 mm. lata et ad angulum externum 1—1,5 mm. longe rostrata. Semina subglobosa, glaberrima, nigra, 2—2,5 mm. diam.

Mexico: Region of San Luis Potosi, 6000—8000 ped. [PARRY et PALMER 81; U. S. Nat. Herb. et Kew.]; Guanajuato [A. DUGÈS 287; U. S. Nat. Herb.]; Prov. de Queretaro, San Juan del Rio, 6800 ped. [PRINGLE 10052; ibid.]; Prov. de Hidalgo, »calcareous soil near Tula», 6800 ped. [PRINGLE 6610; ibid. et in herb. Holm., Berol., Kew. et Mus. Brit.]; ibid., »valley near Tula [PRINGLE 7269; U. S. Nat. Herb.]; Jaral [WALTHER SCHUMAN 377; Berol.].

Die Art wurde zuerst von HEMSLEY (1879) beschrieben, der sie der Gattung *Abutilon* zuwies. Das Exemplar im Kewer Herbarium, das seinem *Abut. trilobatum* (PARRY et PALMER 81) zu Grunde liegt, hat noch so unentwickelte Früchte, dass ihr *Wissadula*-Charakter nicht recht deutlich ist; bei genauer Prüfung ist er jedoch wohl wahrzunehmen. Bei der fraglichen Nummer im U. S. Nat. Herb. waren die Früchte mehr entwickelt; ihr *Euwissadula*-Bau trat daher deutlich hervor, was auch ROSE veranlasst hat, (1899) aus guten Gründen die Art der Gattung *Wissadula* zuzuweisen. Indessen hatte dieser Forscher bereits ein paar Jahre früher eine *Wissadula acuminata* auf Grund von PRINGLE's Nr. 6610 beschrieben, von welcher er an einer anderen Stelle (in Contr. U. S. Nat. Herb. 5, p. 178) sagt, dass sie nur schwach von *trilobata* verschieden ist. Eine Prüfung der Originalexemplare dieser beiden Pflanzen sowie des übrigen, oben zitierten zugänglichen Materials hat mich zu der Auffassung geführt, dass die beiden entschieden zu vereinigen sind; kein sie scheidendes Merkmal habe ich entdecken können.

W. trilobata gehört zu derselben Serie innerhalb der Gattung wie *holosericea*, *insignis* und *microcalyx*. Sie ist jedoch selbständiger als diese und wird vor allem durch die stets dreilappigen Blätter, das Vorkommen von langen, einfachen Haaren an Sprossachsen, Blattstielen und Kelch und durch lange, fadenförmig zugespitzte Kelchzipfel charakterisiert.

Gleichwie *W. holosericea*, um die nur in je einem Exemplar bekannten beiden vorhergehenden Arten nicht zu erwähnen, besitzt *trilobata* ein sehr beschränktes

Verbreitungsgebiet, das, im mittleren Mexiko belegen, mit keinem der nahestehenden Arten zusammenfällt.

Species a me non visæ vel nondum satis notæ.

Wissadula Balansæ Hassl.

Hassler in Bull. de l'Herb. Boissier. Sér. II: 7. p. 458 (1907); non E. G. Baker!

Herba 0,4—0,8 m. alta; caulis vulgo virgatus vel pauciramosus, strictus, teres, basi circ. 3 mm. crassus, lepidibus incanis pulverulento-tomentellus, apicem versus et in ramulis pilis stellatis flavicantibus, pilis glanduliferis longioribus sparsis intermixtis, dense vestitus. Internodia usque ad 6 cm. longa, ad apicem ramorum sensim decrescentia. Stipulæ lineari-lanceolatæ, acutæ, 4—6 mm. longæ et 1—1,25 mm. latæ, nervo mediano subtus paulo prominente percursæ, pilis stellatis hirsutulæ. Petioli foliorum inferiorum 8—9 cm. longi, a basi ad apicem ramorum decrescentes et in foliis summis vix 3 mm. attingentes, patentes, teretes, in foliis inferioribus et medianis ad 1,5 mm. crassi, indumento pulverulento-tomentoso incano vestiti, apice leviter dilatati, basi tractu 3—5 mm. longo, abrupte longitudinaliter plicato contracti et vix $^{1}/_{2}$ diametrum partis superioris metientes. Laminæ membranaceæ virides subtusque paulo pallidiores, cordato-ovatæ, late ovatæ vel superne ovato-lanceolatæ, basi cordatæ vel subcordatæ, apice acutæ vel acuminatæ, pilis stellatis minutis supra sparse, subtus paulo densius vestitæ, margine irregulariter crenatæ (crenis obtuse rotundatis, 3—5 mm. latis et 1—1,5 mm. altis), 7-nerviæ, nervis supra leviter, subtus manifeste prominentibus; laminæ maximæ 9 cm. longæ et 6,5 cm. latæ, in foliis superioribus minores. Flores axillares, ramulo accessorio florifero comitati, vel ad apicem caulis paniculam parvam plus minus foliosam formantes; pedunculi 0,5—4,5 cm. longi, flexuosi, graciles, pilis stellatis fulvis, glanduliferis longioribus intermixtis, dense hirsutuli. Calyx turbinato-campanulatus, c. 5 mm. altus, extus pilis fulvis densis glanduliferis intermixtis, hispidulus, in lobos 5 late-triangulares acutos ad $^{1}/_{3}$ divisus. Petala late obovata, læviter inæquilatera, apice obtuse rotundata, basi paulo angustata, 8 mm. longa et ad 5 mm. lata, intus glabra, marginibus basalibus piloso-ciliatis, extus pilis brevibus sparsis vestita. Tubus stamineus conicus, 4 mm. longus, pilis brevibus patulis hispidulus; filamenta c. 1 mm. longa. Ovarium ovali-cylindricum, basi glabrum, 5-merum, c. 1,5 mm. altum; dissepimenta apice aristiforme elongata; ovula in loculis 3; styli 5, circ. 4 mm. longi, ad $^{3}/_{4}$ longitudinis coaliti, pars libera tubum stamineum paulo superans; stigmata capitellata. Carpidia membranacea, oblongo-rotundato-subtrigona, in acumen aristiforme longiusculum producta, dense hispido-tomentosula, semen evolutum unicum includentia.

Paraguay centralis: pr. San Bernardino, in prædiis incultis [Hassler 390; in herb. Hassler. et Mus. Brit.].

Der Name *Wissadula Balansæ* wurde zuerst von BAKER gegeben, der im Journal of Botany 31, p. 69 (1893) eine so benannte, auf BALANSA's Nr. 1603 aus Paraguay gegründete Art beschrieb. In Kew habe ich Gelegenheit gehabt, das Originalexemplar zu prüfen; ich kam dabei zu dem Resultat, dass keine *Wissadula*-Art vorlag. Dagegen war es leicht, das Exemplar mit der Pflanze zu identifizieren, die in Fl. bras. als *Anoda denudata* (NEES et MART.) K. SCH. angeführt wird, und die später noch einmal von HOCHREUTINER und zwar als *Briquetia ancylocarpa* (in Ann. du Cons. et du Jard. bot. de Genève 6, p. 11. 1902) beschrieben worden ist. Die Früchte waren zwar wenig entwickelt, woraus sich erklärt, wie BAKER die Stellung der Art hat übersehen können, doch waren die Anlagen zu den später so charakteristischen basalen Haken leicht wahrzunehmen, auf deren Vorkommen HOCHREUTINER die Gattung *Briquetia* gegründet hat. Ein Exemplar derselben Nummer BALANSA's aus dem Bot. Museum zu Göttingen zeigte diese noch deutlicher. *Wissadula Balansæ* E. G. BAK. ist demnach aus der Gattung zu entfernen.

Im Bull. de l'Herb. Boissier für voriges Jahr hat indessen HASSLER eine sehr ausführliche und gute Beschreibung einer Pflanze geliefert, die er in Paraguay eingesammelt (HASSLER Nr. 390), und die er nach der Beschreibung von BAKER's Art mit *Wiss. Balansæ* E. G. BAK. identifiziert hat. Von der fraglichen Nummer habe ich Gelegenheit gehabt, teils ein Exemplar im Brit. Museum in London, teils HASSLER's eigene Originalexemplare zu prüfen, die er mir mit grossem Entgegenkommen zur Verfügung gestellt hat. Alle diese Exemplare waren nur blütentragend; die Frucht, die HASSLER an der angeführten Stelle beschrieben, war leider abhanden gekommen. Die Prüfung hat folgendes Resultat ergeben.

HASSLER's *Wissadula Balansæ* ist nicht dieselbe Pflanze wie BAKER's. Die untersuchten Fruchtknoten besassen alle drei Samenknospen, und diese schienen, soweit ich entscheiden konnte, in einer Reihe über einander befestigt zu sein, nicht wie das typisch für die Wissadulen ist: zwei obere kollaterale und eine untere einzelne. Auch war keine Querfalte oder falsche Scheidewand an den Fruchtblättern zu entdecken. Die erwähnte Anzahl der Samenknospen macht die Einrangierung der Pflanze unter die Sektion *Wissada* der Gattung *Wissadula*, wohin sie HASSLER auf Grund des einzigen entwickelten Samens in dem Karpid stellt, unmöglich. Gegen ihre Zuweisung zu den Euwissadulen spricht auch nicht nur die Samenstellung und das Fehlen einer Falte an der Fruchtwand, sondern auch die lange Staubblattröhre und der nur kurz geteilte Griffel (s. oben in der Beschreibung). Es ist daher meines Erachtens unwahrscheinlich, dass auch nur diese andere *Wissadula Balansæ* innerhalb dieser Gattung Heimatrecht hätte. Eher dürfte sie *Abutilon* zuzuweisen sein.

Hier führe ich jedoch bis auf weiteres die Pflanze unter den unsicheren *Wissadula*-Arten auf, da eine Untersuchung reifer Früchte nötig wäre, um endgiltig ihre Stellung innerhalb der Familie zu entscheiden. Was den Artnamen betrifft, so sehe ich keinen Anlass, ihn hier zu ändern, da ja BAKER's *Wiss. Balansæ* mit völliger Sicherheit aus der Gattung zu entfernen ist, wodurch der Artname *Balansæ* frei wird, und das um so mehr, als auch HASSLER's Pflanze meiner Auffassung gemäss wahrscheinlich früher oder später einer anderen Gattung wird zugewiesen werden müssen.

Wissadula Chapelieri (H. BAILL.) E. G. BAK.

E. G. BAKER in Journal of Botany 31. p. 70 (1893).

Syn.: *Abutilon Chapelieri* H. BAILL. in Bull. Soc. Linn. Paris. Tome 1. p. 508 (1885).

»Flores ecalyculati; sepalis 5, valvatis stellato-pubentibus. Styli 5. Ovula in carpellis loculicidis et apice divergentibus 2, 3. Planta breviter tomentosa; foliis cordatis; floribus axillaribus longe pedunculatis v. laxe terminali-racemosis.»

Madagascar bor.-or. [CHAPELIER].

Die Beschreibung, die hier wiedergegeben worden, ist allzu unvollständig, um daraus auch nur auf den Platz der Art innerhalb der Gattungen schliessen zu können. BAKER führt sie unter *Sect. Euwissadula* auf und placiert sie gleich nach *W. rostata* und *zeylanica*. Da es mir nicht gelungen ist, ein Exemplar von der Art zu sehen, scheint es mir jedoch am vorsichtigsten, bis auf weiteres sie unter den unsicheren Wissadulen aufzuführen.

Wissadula ferruginea (HBK.) GARCKE et K. SCH.

GARCKE et K. SCHUMANN in MARTIUS, Fl. brasil. 12: 3. p. 443 (1891), nomen solum; descriptio atque specimen citatum ad *Wiss. excelsiorem* pertinent. — E. G. BAKER in Journ. of Bot. 31. p. 70 (1893).

Syn.: *Abutilon ferrugineum* HBK., Nova gen. et sp. pl. 5. p. 271 (1821). — G. DON, Gen. syst. I. p. 500 (1831).

Sida ferruginea DC., Prodr. I. p. 468 (1824). — DIETRICH, Syn. plant. IV. p. 851 (1847).

»A. fruticosum; foliis ovatis, acuminatis, cordatis, integerrimis, utrinque tomentosis; junioribus subtus ramulisque ferrugineis; pedunculis axillaribus, solitariis, unifloris; capsulis pentacoccis, quinquerostratis.

Rami teretes, lignosi, medulla alba farcti, pilis stellulatis densissime ferrugineo-tomentosi. Folia alterna, petiolata, ovata, acuminata, cordata, lobis rotundatis, parum approximatis, integerrima, reticulato-subseptemnervia, nervis venisque subtus prominentibus, membranacea, supra canescenti-tomentosa, subtus densius fuscescentia, juniora ferrugineo-tomentosa, pilis stellulatis, bipollicaria et longiora, 15 lineas lata. Petioli 3—4 lineas longi, ferrugineo-tomentosi. Stipulæ petiolares, filiformes, tomentosæ, circ. tres lineas longæ, caducæ. Pedunculi axillares, solitarii, uniflori, ferrugineo-tomentosi; fructiferi medio articulati, 4—5 lineas longi. Flores haud vidi. Capsulæ hæmisphæricæ, quinquangulares, pentacoccæ, apice quinquerostratæ, fuscæ, pilis stellulatis puberulæ, ad basim calyce persistente cinctæ, magnitudine fructus Pruni spinosæ. Cocca rhomboideo-oblonga, superne paulo latiora, compressa, acuta, axi centrali affixa, tardius solubilia, chartacea, unilocularia, bivalvia, trisperma. Axis centralis persistens, quinque-

partibilis, aut, si mavis, anguli interiores coccorum quinque, persistentes, filiformes. Semina axi centrali affixa, uniseriata, subreniformi-lenticularia, podospermio persistente breviter mucronata, pilis minutis asperata, fusco-nigra, magnitudine grani cannabis. Integumentum triplex; exterius tenuissimum, intermedio adhærens; intermedium coriaceum, durum; interius carnoso-membranaceum, embryonum arcte obtegens, fuscescens. Embryo curvatus, albidus. Cotyledones contortuplicatæ. Radicula teres, acutiuscula, reflexa, hilum spectans, in seminibus superioribus inferne, in inferioribus superne spectans. Calyx in fructu persistens, quinquefidus, pilis stellulatis ferrugineo-tomentosus; laciniis ovatis, acuminatis, æqualibus, capsula duplo brevioribus.

Sidæ periplocæfoliæ Cav. simillima.»

»Crescit prope Loxam Peruvianorum, alt. 1060 hex. Floret Septembri.»

Über die Stellung dieser Art habe ich keine Klarheit gewinnen können. Originalexemplare von derselben habe ich nicht gesehen. Wie oben erwähnt, identifiziert SCHUMANN mit *ferruginea* das, was meines Erachtens als *W. excelsior* aufzufassen ist. Sollte es sich einmal zeigen, dass diese beiden Arten identisch sind, so muss der Name *ferruginea* dem anderen, *excelsior*, Platz machen. Von GARCKE wird die Art, obwohl mit einem ?, mit *W. periplocifolia* vereinigt (vgl. Zeitschr. f. Naturw., Halle, 63, S. 122. 1890).

E. G. BAKER führt in seiner Übersicht der Gattung *Wissadula ferruginea* als besondere Art auf, rechnet aber nicht *excelsior* dazu. Unter derselben zitiert er nur ein Exemplar (aus Peru, Valley of Paulo, alt. 7000 ft., JAMESON), das ich in Kew gesehen habe. Dieses repräsentiert eine ganz andere Pflanzenart als die, welche ich — in Ubereinstimmung mit BAKER — mit *excelsior* identifiziert habe. Möglicherweise ist es die echte *ferruginea* (HBK.), mit Sicherheit wage ich mich aber darüber nicht zu äussern. Eine Erörterung dieser Art ist daher noch der Zukunft zu überlassen.

Wissadula glandulosa ROSE.

ROSE in Contrib. U. S. Nat. Herb. X. p. 123 (1906).

»Woody at base, the branches spreading or procumbent, very glandular; leaves broadly ovate, acute, cordate at base, stellate-pubescent, crenate, the petiole often longer than the blade; stipules filiform; fruiting calyx 12 to 14 mm. long; sepals broadly ovate, acuminate; petals yellow, 15—16 mm. long; carpels 5, strongly mucronate, each 3-seeded.

Type U. S. National Herbarium n. 9809, collected by J. N. ROSE and JOS. H. PAINTER on the road between Higuerillas and San Pablo, Querétaro, August 24, 1905 (n:o 9809).

Perphaps nearest *W. pringlei*, but leaves not acuminate, stem less pilose, plant more glandular, etc.»

Ungeachtet dessen, dass ich Gelegenheit gehabt habe, die Gattung *Wissadula* im U. S. Nat. Herb. zu prüfen, ist es mir nicht gelungen, das angeführte Exemplar,

das einzige bisher von der Art bekannte, zu Gesicht zu bekommen. Die Beschreibung, die von ihr geliefert wird, ist allzu unvollständig, um uns auch nur darüber Auskunft zu geben, ob wir es mit einer *Wissadula-* oder einer *Pseudabutilon*-Art zu tun haben. Da sie mit *W. Pringlei* verglichen wird, so scheint das letztere nicht unwahrscheinlich, doch wage ich gegenwärtig nicht zu viel auf die angeführte kurze Beschreibung zu bauen, sondern führe die Art bis auf weiteres unter den unsicheren Wissadulen auf.

Wissadula gracilis Hochr.

Hochreutiner in Ann. du Conserv. et du Jard. bot. de Genève 6. p. 30 (1902).

»Versim. suffrutex parvus. Caules cylindracei, virides, hirsuti, glandulosi, parte superiore villosi atque ± ferruginei. Folia parva, longe petiolata; stipulæ filiformes, caducissimæ; petioli hirsuti, glandulosi et parte superiore villosi; lamina ovata, cordata, ± acuminata, margine minute dentata, basi 5—7-palmatinervis, supra et subtus hirsuta rugosa, ± glandulosa. Flores axillares, solitarii; pedunculi petiolis minores vel æquilongi vel paulo longiores, numquam longitudinem folii totius attingentes, hirsuti, glandulosi et prope calycem villosi. Calyx elongatus, extus hirsutus, glandulosus, basi villosus, intus glaberrimus apicibus loborum exceptis, 5-lobus, lobis elongato-triangularibus acutis trinerviis; petala calyce paulo longiora, basi abrupte angustata et eodem loco margine ciliata; columna staminalis mediocris; stigmata capitata. Fructus 3-carpidiatus calyce fere æquilongus, pyriformis, apice tridentatus; carpidia extus pubescentia, medio plicis binis ± transversalibus prædita. Semina in quoque loculo duo, quæ vidi brunnea, lævia.

Caules quos vidi ca. 20 cm. longi; petioli 0,6—3 cm. longi; lamina adulta 1,1—1,9 cm. longa et 0,8—1,5 cm. lata; pedunculi 1—2 cm. longi; calyx ca. 8 mm. longus, lobi ca. 4 mm. longi et basi 2,5 mm. lati; petala ca. 10 mm. longa; columna staminalis ca. 4 mm. longa. Fructus ca. 8 mm. longus, semina ca. 2 mm. longa.

Mexique: Tututepeque, sud de Oaxaca, mars 1845 (Jurgensen n. 48).»

Die Stellung dieser Art ist bereits im Vorhergehenden behandelt worden (S. 11). Da mir Exemplare nicht vorgelegen haben, kann ich mich nicht sicher über dieselbe aussprechen, doch scheint sie mir in der Nähe der gleichfalls mexikanischen *cincta* und *hirsutiflora* zu stehen.

Species e genere Wissadula excludendæ.

Wissadula Balansæ E. G. Bak. in Journ. of Bot. 31. p. 69 (1893), non Hassler. — *Briquetia denudata* (Nees et Mart.) Chod. et Hassl. [Syn.: *Anoda denudata* (Nees et Mart.) K. Sch. in Mart., Fl. bras. 12: 3. p. 357. tab. 65]. — Siehe näheres oben S. 91 und Rob. E. Fries, Studien über die amerikanische Columniferenflora (in K. Sv. Vet.-Akad:s Handl. Bd. 42. N:o 12. p. 40).

Wissadula callimorpha (Hochr.) Hassl. in Bull. de l'Herb. Boissier Sér. II: 7. p. 455 (1907). = *Pseudabutilon callimorphum* (Hochr.) R. E. Fr. Siehe unten p. 105.

Wissadula Hassleriana Chodat in Bull. de l'Herb. Boissier. Sér. II: 1. p. 400 (1901). = *Abutilon ramiflorum* St.-Hil. — Die Originalexemplare der Chodat'schen Art sind Hassler n. 352 und Balansa n. 1608, welche beide zu prüfen ich Gelegenheit gehabt habe. Die Identität der Art mit *Ab. ramiflorum* hat schon Hochreutiner (in Ann. du Conserv. et du Jard. bot. de Genève. 6, p. 16 und 31. 1902) dargetan, welche auch Chodat selbst gutgeheissen hat (in Bull. de l'Herb. Boiss. Sér. II: 5. p. 90).

Wissadula Lozani Rose in Contr. U. S. Nat. Herb. X. p. 124, tab. 41 (1906). = *Pseudabutilon Lozani* (Rose) R. E. Fr. Siehe unten S. 100.

Wissadula paniculata Rose in Contr. U. S. Nat. Herb. V. p. 178 (1899). = *Pseudabutilon paniculatum* (Rose) R. E. Fr. Siehe unten S. 104.

Wissadula Pringlei Rose, l. c. III. p. 312 (1895). = *Pseudabutilon Pringlei* (Rose) R. E. Fr. Siehe unten S. 99.

Wissadula scabra Presl, Rel. Hænk. II. p. 117 (1836). = *Pseudabutilon scabrum* (Presl) R. E. Fr. Siehe unten S. 103.

Wissadula spicata (HBK.) Presl, Rel. Hænk. II. p. 117 (1836). = *Pseudabutilon spicatum* (HBK.) R. E. Fr. Vgl. unten S. 98.

Pseudabutilon R. E. Fr. nov. gen.

Wissadula auct. pro parte.

Flores hermaphroditi, pentameri, bracteolis nullis suffulti. Calyx campanulatus vel campanulato-turbinatus, valvatus, circ. ad medium in lobos 5 divisus. Corolla mediocra vel parva; petala 5 margine basali pilosa, hoc loco tubo stamineo adnata et cum eo decidua. Tubus stamineus mediocris, in filamenta numerosa, ut tubus sæpe pilosula abiens. Ovarium 5—11 - merum et 5—11 - loculare; ovula 3, anatropa, pendula, micropyle interna et supera, inæquali altitudine affixa, nempe superiora bina collateralia vel proxime superposita, solitarium paulo inferius insertum; styli tot quot carpidia; stigmata capitata. Fructus stellato-turbinatus vel breviter cylindricus, maturus membranaceus; carpidia 5—11, apice extrorsum vulgo apiculata vel rostrata, dissepimento membranaceo horizontali a dorso oriente imperfecte in loculamenta superposita bina divisa, loculis ad margines et angulo carpidii interno communicantibus, ventre ad basin, dorso ad dissepimentum dehiscentia, a columella centrali demum soluta. Semina 3, uniformia vel paulo dissimilia, superiora bina collateralia vel superposita et loculum superius occupantia, inferius solitarium et loculum inferius implens. Embryo curvatus in albumine parco. — Herbæ, suffrutices vel frutices indumento stellato et insuper sæpius simplici vestiti. Folia inferiora saltem stipitata, basi cordata, dentata. Flores axillares vel in inflorescentiis terminalibus paniculatis vel spicæformibus dispositi.

Conspectus specierum.

Subgen. I. Wissadulastrum (K. Sch.). Fructus stellato-turbinatus, 5-merus; semina dua superiora collateralia, inferius solitarium.

I. Inflorescentia contracta, elongata, spicæformis; fructus parvus, 8 mm. diam. non superans [Am. centr. et austr.]. — *Ps. spicatum* (HBK.)

II. Flores axillares solitarii vel in panicula dispositi; fructus major, 12 mm. diam. vel ultra metiens (Obs.! Fructus apud *Ps. Rosei* ignotus) [Texas, Mex.].

A. Internodia, petioli foliorum calyxque pilis longis simplicibus patentibus instructi. — *Ps. Pringlei* (Rose)

B. Internodia, petioli atque calyx tomentosi, sed pilis longis simplicibus destituti.

1. Calyx floriferus 10 mm. longus, fructiferus ad 13 mm. excrescens. *Ps. Lozani* (ROSE).
2. Calyx floriferus haud 6 mm. superans. *Ps. Rosei* R. E. FR.

Subgen. II. Abutilastrum (E. G. BAKER). Fructus breviter cylindricus, 6—11-merus; semina omnia carpidii uniseriata.

I. Flores in paniculis terminalibus dispositi; fructus 10—11-merus [Mex.].

A. Folia subtus subdense tomentosa; carpidia mutica. *Ps. scabrum* (PRESL).

B. » » pilis laxis stellatis instructa; carpidia conspicue apiculata. *Ps. paniculatum* (ROSE).

II. Flores axillares; fructus 6—8-merus [Am. austr.].

A. Ramuli, petioli pedunculique stellato-hirsuti et insuper longepilosi.

1. Pili longiores simplices densi; folia supra stellato-hirsuta et pilis longis simplicibus adpressis vestita; carpidia 2 mm. longe rostrata. *Ps. longepilosum* R. E. FR.
2. Pili longiores simplices laxi; folia supra stellato-hirsuta, pilis longis simplicibus destituta; carpidia vix 1 mm. longe apiculata. *Ps. callimorphum* (HOCHR.).

B. Ramuli, petioli pedunculique pilis longis simplicibus destituti.

1. Folia majora (circ. 6 × 5 cm.), viridia, basi rotundata vel leviter cordata, crenato-dentata; calycis lobi breviter acuminati. *Ps. callimorphum* (HOCHR.) *var. Friesii* (HASSL.).
2. Folia minora (ad 4 × 2,5 cm.), cinerascentia, basi profunde cordato-sagittata, grosse dentata; calycis lobi longe acuminati. *Ps. Stuckertii* R. E. FR.

Subgenus I. Wissadulastrum (K. SCH.).

K. SCHUMANN in MARTIUS, Fl. bras. 12: 3. p. 439 (1891). — E. G. BAKER in Journal of Botany 31. p. 71 (1893). — K. SCHUMANN in ENGL.-PRANTL, Nat. Pfl.-Fam. 5 (Nachträge) p. 236, pro parte. — Ubique sectio *Wissadulæ*.

Fructus stellato-turbinatus, 5-merus; semina bina superiora collateralia, inferius solitarium. — Species 4.

1. **Pseudabutilon spicatum** (HBK.). [Tab. VII. fig. 19].

Syn.: *Abutilon spicatum* HBK., Nov. gen. et sp. pl. 5. p. 271 (1821). — G. Don, Gen. Syst. I. p. 500 (1831). — St.-Hil. et Naud. in Ann. Sc. nat. Sér. II: 18. Bot. p. 50 (1842). — Benth. in Hook., Journ. of Bot. 4. p. 120 (1842).

Sida spiciflora DC., Prodr. I. p. 468 (1824). — Dietrich, Syn. plant. IV. p. 851 (1847).

Sida amplexicaulis Vell., Fl. flum. VII. t. 21 (1827)?

Sida spicata Salzm. in herb. ex K. Sch. in Mart., Fl. bras. 12: 3. p. 448 [non Cav.].

Wissadula spicata Presl, Rel. Hænk. II. p. 117 (1836). — Walp., Repert. I. p. 327 (1842). — Triana et Planch. in Ann. Sc. nat. Sér. 4: 17. Bot. p. 188 (1862). — Hemsley, Biol. Centr. Am., Bot. I. p. 108 (1879). — K. Schumann in Mart., Fl. bras. 12: 3. p. 447, tab. 78 (1891) et in Engl.-Prantl, Nat. Pfl.-fam. 5 (Nachtr.) p. 236. — E. G. Baker in Journ. of Bot. 31. p. 71 (1893). — Rusby in Mem. Torrey bot. Club. VI. p. 11 (1896).

Wissadula gymnostachya Turcz. in Bull. Soc. Nat. Mosc. 1858. p. 202.

Wissadula Jamesonii Turcz. l. c.

Wissadula elongata Brandegee in sched.

Suffrutex (vel herba) perennis, 0,5—1,3 m. altus, basi parce ramosus, ramis virgatis, junioribus dense pilis stellatis cinereis tomentellis et interdum insuper pilis longioribus simplicibus instructis, vetustioribus glabrescentibus et cortice cinnamomeo rimuloso obtectis; internodia ad 6 cm. longa. Stipulæ tomentosæ, lineari-subulatæ, 6—10 mm. longæ et vix 1 mm. latæ, diutius persistentes, demum deciduæ. Petioli ut caulis hirsuti, teretes et supra applanati vel sursum canaliculati, 5—15 cm. longi, in foliis superioribus sæpe subnulli. Laminæ tenuiter membranaceæ, virides sed subtus pallidiores, orbiculares et rarius obsolete trilobatæ, abrupte et longiuscule acuminatæ, basi cordatæ (incisura 1—2,5 cm. alta, obtusa, lobis basalibus invicem attingentibus vel etiam tegentibus), utrinque sed subtus densius et molliter pilis stellatis minutis vestitæ, statu juvenili utrinque tomentosæ; nervi primarii 7—9, supra subtusque prominuli, reticulum venularum laxum, subtus prominens; laminæ 6—18 cm. longæ et 5—16 cm. latæ. Panicula elongata, nuda, ramulis brevibus rhachidi adpressis subspicata, usque ad 4 dm. longa, rarius spicis nonnullis virgatis formata; pedunculi cinereo-tomentelli, floriferi brevissimi, fructiferi ad 3 mm. excrescentes, circ. medio articulati. Calyx cinereo-tomentellus, 3—4 mm. longus, lobis triangularibus acutis c. 1,5 mm. longis et 2 mm. latis. Corolla lutea, petalis oblongo-obovatis, obliquis, apice retusis, margine piloso basali excepto glabris, 6—7 mm. longis, superne 3—4 mm. latis. Andrœcium 4 mm. longum; tubus stamineus 1,5 mm. metiens. Fructus 5-merus, turbinatus, 7—8 mm. diam.; carpidia stellato-pilosa, triangularia, sursum truncata et angulo externo acuta sed erostrata, 4—5 mm. longa. Semina globoso-cordiformia, puberula, castanea, omnia prope hilum glabra, vix 2 mm. longa et lata.

America centralis: Mexico, Sinaloa, Culiacan [Brandegee sub nom. *Wissadula elongata;* U. S. Nat. Herb.]; Ymala [Edw. Palmer 1719; ibid. et in Mus. Brit.]; prov. Michoacan et Guerrero, La Piedra [Langlassé 618; Berol.]; San Sebastian [Rovirosa 367; Kew.]. — Guatemala, Juan Noj [Bernoulli et Cario 3084; ibid.].

India occidentalis: Cuba [Pl. cub. Wrightianæ 2051; herb. Kew. et Mus. Brit.].

America australis: Guiana anglica, Rio Branco [Schomburgk 845; Kew et Mus. Brit.]. — Brasilia: loco accuratius non indicato [Martius; herb. Berol. — Burchell 8808 et 10023; Kew. — Herb. Miers 2664; in herb. Mus. Brit.]; Prov. Amazonas, Abacaxis [J. W. H. Traill 49; Kew]; Prov. Pernambuco [Ridley, Lea et Ramage; in Mus. Brit.]; Prov. Bahia [Salzman; Kew. — Blanchet; Berol. — pr. Ilheos; Moricand; Kew]; Rio de Janeiro (?) [Glaziou 10285; herb. Berol.]. — Equador: Daule pr. Guayaquil [Spruce n. 1865; herb. Kew.]; Guayaquil [Jameson 589; ibid. et Mus. Brit.]. — Bolivia: inter Guanai et Tipuani [Miguel Bang 1416; herb. Upsal., Berol., Kew., Mus. Brit. et in U. S. Nat. Herb.].

Das Originalexemplar der Art, von S. Carlos am Rio Negro (Humboldt und Bonpland), zu sehen ist mir nicht gelungen. Doch herrscht kein Zweifel darüber, dass was hier unter *spicatum* aufgeführt wird, dasselbe ist wie Kunth's *Abut. spicatum.* Die Art besitzt nämlich ein so charakteristisches Aussehen, dass eine Verwechslung nicht gut möglich ist. Als Synonyme werden hier, in Übereinstimmung mit dem, was Schumann und Baker tun, die beiden Arten Turczaninow's *Wissadula gymnostachya* und *Jamesonii* angeführt, erstere auf Salzmann's Exemplar aus Bahia, letztere auf Jameson's Nr. 589 aus Guayaquil gegründet. Diese beiden habe ich geprüft und auch hier nichts gefunden, was eine artliche Unterscheidung rechtfertigte.

Pseudabutilon spicatum ist sehr leicht von den übrigen Arten zu unterscheiden, nämlich durch seine grossen, kreisrunden Blätter und seine ährenähnlichen Infloreszenzen; s. Taf. 78 in Fl. bras.

2. **Pseudabutilon Pringlei** (Rose).

Syn.: *Wissadula Pringlei* Rose in Contrib. U. S. Nat. Herb. 3. p. 312 (1895); ibid. 5. p. 178 (1899).

Herba c. 1 m. alta (v. suffrutex?), erecta, ramosa; caulis teres, viridis vel rubescens, glanduloso-tomentosus et insuper pilis longis simplicibus patentibus instructus; internodia ad 6 cm. longa. Stipulæ subulatæ, hirsutæ, 5—6 mm. longæ. Petioli ut caulis tomentosi, supra canaliculati, ad 5 cm. longi, in foliis superioribus decrescentes. Laminæ membranaceæ, pendulæ, sordide virides et subconcolores (subtus paulo pallidiores), late ovatæ vel potius orbiculares longeque acuminatæ et summo apice obtusiusculæ, basi profunde cordatæ (incisura ad 1 cm. alta, angusta, vulgo etiam lobis basalibus sese attingentibus), margine irregulariter crenulatæ, supra pilis simplicibus adpressis et stellatis vestitæ, subtus dense stellatæ-hirsutæ et scabridæ, novellæ tomentosæ; nervi primarii supra subplani, subtus prominentes, reticulo venularum denso

subtus prominulo, supra impresso; laminæ maximæ 7,5 cm. longæ et 6 cm. latæ. Flores axillares et ramulo florifero accessorio comitati, ad apices ramorum dense, interdum densissime collocati et inflorescentiam foliosam formantes; pedunculi rigidi, indumento caulis vestiti, floriferi $^1/_2$—1,5 cm. longi, fructiferi rarius usque ad 4 cm. excrescentes. Calyx basi acutus, extus ut pedunculi hirsutus, florifer 9—10 mm. longus, lobis ovatis acuminatis, circ. 6 mm. longis et 4 mm. latis, fructifer paulo accrescens, ad 13 mm. longus. Corolla (sicca) violacea, basi pallida, calycem paulo excedens, 10—12 mm. longa; petala spathulata, marginibus basalibus pilosis. Andrœcium 4—4,5 mm. longum, tubo cylindrico, basi incrassato, glabro. Fructus turbinatus, 5-merus, dense stellato-hirsutus, pilis deciduis, 12—15 mm. diam.; carpidia subtriangularia, apice in angulo externo 2,5 mm. longe rostrata, cum rostro 8,5—10 mm. longa, matura nigrescentia. Semina nigra, glaberrima, globoso-reniformia, 2 mm. diam.

Mexico: State of Puebla, pr. Tehuecan [Rose 10131 et 11448; U. S. Nat. Herb. — Pringle 9520; ibid. et Kew.]; State of Oaxaca, Monte Alban pr. Oaxaca, 5800 ft. [Pringle 4872; ibid. et in herb. Holm., Berol. et Mus. Brit.]; inter Mitla et Oaxaca [Rose 11 297; U. S. Nat. Herb.].

Originalexemplar der Art ist Pringle's Nr. 4872; mit diesem stimmen ausgezeichnet die übrigen oben zitierten Exemplare überein. In der Blattform zeigt sie eine, obwohl schwache Übereinstimmung mit der vorhergehenden Art, von der sie sich jedoch u. a. durch die grossen Blüten und die Früchte sowie die ganz verschiedenen Infloreszenzen leicht unterscheidet. In diesen Hinsichten ähnelt sie mehr der folgenden, mit der sie auch am nächsten verwandt sein dürfte (s. unter dieser). Habituell erinnert sie auch an gewisse mexikanische Arten der Gattung *Wissadula*, wie *W. trilobata* und nahestehende; der verschiedene Fruchtbau unterscheidet sie jedoch deutlich von denselben.

Ps. Pringlei habe ich von keinem anderen Lokal als dem oben angegebenen, von wo mir selbst ein Exemplar vorgelegen, angeführt gesehen. Die Art scheint daher eine sehr beschränkte Verbreitung im südlichen Mexiko zu besitzen.

3. **Pseudabutilon Lozani** (Rose).

Syn.: *Wissadula Lozani* Rose in Contr. U. S. Nat. Herb. X. p. 124. tab. 41 (1906).

Frutex ramosus, ramis plus minus squarrosis, pilis cinereis et flavescentibus stellatis tomentosis; internodia longitudine multo variabilia, usque ad 6 cm. longa. Stipulæ subulatæ, acutæ, tomentosæ, circ. 4 mm. longæ, caducissimæ. Petioli subteretes, ut rami tomentosi, in foliis inferioribus usque ad 10 cm. longi, in superioribus decrescentes. Laminæ rigidæ vel rigido-membranaceæ, subconcolores, inferiores rotundato-pentagonæ et basi incisæ (incisura angustissima, usque ad 2,5 cm. alta, lobis basalibus sæpe invicem tegentibus), superiores ovato-triangulares et basi truncatæ vel leviter

cordatæ, omnes margine irregulariter crenatæ, apice acutæ vel obtusiusculæ, supra sordide vel flavescente-virides pilisque stellatis laxiuscule vestitæ, scabræ, subtus paulo pallidiores densiusque stellato-tomentosæ; nervi primarii 5—9 et validiores secundarii supra subplani, subtus prominentes, venulæ subtus reticulum densum elevatum formantes; laminæ maximæ 11 cm. longæ et 10 cm. latæ, foliorum superiorum minores (4×2 cm. metientes). Flores axillares, ramo accessorio florifero sæpe comitati vel in paniculis terminalibus dispositi; pedunculi rigidi, dense tomentosi, $^1/_2$—3 cm. longi. Alabastra 5-angulata, basi apiceque acuta. Calyx extus dense tomentosus, intus tomentellus, nervis 10 elevatis instructus, floriferus circ. 1 cm. longus, fructiferus ad 1,3 cm. excrescens, lobis ovato-triangularibus, acutis, 6—7 mm. longis et circ. 7 mm. latis. Corolla 1—1,2 cm. longa, flava. Fructus 5-merus, turbinatus, dense cinereo-flavescente-tomentosus, 12—14 mm. diam.; carpidia subtrigona, una cum rostro terminali 1—1,5 mm. longo c. 8 mm. metientia, medio constricta atque ligula angusta a dorso oriente et loculum incomplete dividente instructa. Semina 3 uniformia, subglobosa basique acuta, glaberrima, matura fusco-olivacea, 2,5 mm. diam.

Texas: San Diego [leg. E. A. SCHWARZ; U. S. Nat. Herb. n. 40782]; pr. Brownsville [TOWNSEND n. 67; ibid. n. 279260].

Mexico: State of Nuevo Leon, El Carrizo pr. San Juan (Texas?) [PRINGLE et LOZANO 13443; ibid. n. 461976].

ROSE stellt die Art zu der Sektion *Abutilastrum* innerhalb der Gattung *Wissadula*. Das Vorkommen einer deutlichen, zungenförmigen, unvollständigen Scheidewand in jedem Karpid bewirkt, dass ich sie hier der Gattung *Pseudabutilon* zuweisen muss, innerhalb welcher sie ihren Platz — wegen der Fruchtform und der kollateralen Stellung der beiden oberen Samen — in der Untergattung *Wissadulastrum* erhält.

Das angeführte mexikanische Exemplar ist das Originalexemplar der Art. Mit ihm stimmen die beiden texanischen in allem Wesentlichen so wohl überein, dass ich sie ohne Bedenken als *Lozani* bezeichne. Im Hinblick auf eine gewisse habituelle Ähnlichkeit mit *Wissadula holosericea* waren sie als dieser Art zugehörig bestimmt worden, von der sie jedoch natürlich durch den Karpidbau leicht zu unterscheiden sind. Diese beiden Exemplare waren vollständiger als das Typusexemplar in der Hinsicht, dass sie auch mit unteren, grösseren und abgerundet fünfeckigen Blättern versehen waren; das Typusexemplar stellt nur die Spitze eines fruchttragenden Zweiges dar.

Pseudabutilon Lozani steht der vorhergehenden Art am nächsten, der sie besonders in den grossen Früchten ähnelt. Sie ist ihr gegenüber wohlcharakterisiert durch das Fehlen der langen, einfachen Haare sowie die Glandelbehaarung an Achsen und Blattstielen, durch gelbe, nicht violette Blüten, kürzere Schnäbel an den Karpiden sowie schmäler zungenförmige Scheidewand in diesen. Sie besitzt eine nördlichere Verbreitung als *Ps. Pringlei*, indem sie bisher nur aus dem nordöstlichen Mexiko und dem südlichen Texas bekannt ist. Eine genauere Prüfung von *Wissadula holosericea*, mit welcher sie scheinbar leicht verwechselt wird, wird vielleicht weitere Beiträge zur Kenntnis der Verbreitung der Art liefern.

4. **Pseudabutilon Rosei** n. sp.

Frutex verosimiliter parce ramosus, ramis dense albido-tomentosis et novellis insuper pilis majoribus stellatis albo-flavescentibus instructis; internodia ad 5 cm. longa, teretia. Stipulæ subulatæ, acutæ, albo-tomentosæ, circ. 6 mm. longæ, mox caducæ. Petioli teretes vel supra paulo applanati, ut caulis tomentosi, ad 4 cm. longi et circ. 2,5 mm. diam. Laminæ rigidæ, discolores, 9-nerviæ, subrotundæ vel superiores ovatæ, majores sursum angulatæ vel etiam leviter trilobatæ, basi alte cordatæ (incisura anguste acuta, usque ad 1,5 cm. alta), apice acutiusculæ, margine irregulariter crenulatæ (crenaturis obtusis, $^1/_2$—3 mm. latis et $^1/_2$—1 mm. altis), supra cinereo-virides et pilis stellatis minutis densis vestitæ, molles, subtus albidæ et densius tomentosæ; nervi primarii supra subplani, subtus prominentes, venulæ supra inconspicuæ, subtus prominulæ et reticulum densum formantes; laminæ 6—10 cm. longæ et 3,5—8 cm. latæ. Inflorescentia paniculata, terminalis, subovoidea, circ. 12 cm. longa et 6 cm. diam.; pedicelli dense albido-tomentosi, floriferi circ. $^1/_2$ cm. longi, post florationem ad 1—1,5 cm. longitudine excrescentes. Calyx extus dense albido-tomentosus, basi acutiusculus, 6 mm. longus, in lobos ovatos, acutos, 2—3 mm. longos et basi 3—4 mm. latos divisus, nervis 10 elevatis percursus. Corolla aurantiaca, circ. 8 mm. longa, petalis extus glabris, marginibus basi albo-hirsutis. Tubus staminum glaber, 2 mm. longus, filamenta libera circ. 2,5 mm. longa. Styli 5, andrœcium circ. 1 mm. superantes; stigmata nigra. Fructus (immaturi) depresso-globosi, dense stellato-tomentosi; carpidia erostrata, 3-sperma, medio lamina anguste triangulari dorsali incomplete in loculos duos divisa.

Mexico: State of Puebla, pr. Tehuecán [Rose n. 11417; U. S. Nat. Herb. n. 454199].

Das hier angeführte Exemplar, worauf die Art gegründet ist, lag unbestimmt unter den Wissadulen im U. S. Nat. Herb. Auch diese Art erinnert etwas, besonders in der Blattform und Behaarung, an *Wissadula holosericea* und ist auch möglicherweise bisher auf Grund dieser Ähnlichkeit übersehen worden. Keine völlig reife Frucht findet sich an dem vorliegenden Exemplar, unreife Früchte zeigen aber deutlich, dass sie dem *Subgen. Wissadulastrum* der Gattung *Pseudabutilon* zuzuweisen ist. Die zungenförmige Scheidewand ähnelt der Form nach der bei der vorhergehenden Art, welcher *Rosei* wohl am nächsten steht, obwohl sie auch dieser gegenüber ziemlich selbständig ist. Sie zeichnet sich vor allem durch die kleinen Blüten aus.

Subgenus II. Abutilastrum (E. G. Bak.).

E. G. Baker in Journal of Botany 31. p. 71 (1893). — Rose in Contrib. U. S. Nat. Herb. 5. p. 177 (1899). — Utroque loco sectio *Wissadulæ*.

Fructus breviter cylindricus, 6—11-merus; semina tria carpidii omnia uniseriata. — Species 5.

5. Pseudabutilon scabrum (Presl).

Syn.: *Wissadula scabra* Presl, Rel. Hænk. II. p. 117. tab. 69. fig. 1—14 (1836). — Walp., Repert. I. p. 328 (1842). — Hemsley in Biol. Centr. Am. Bot. I. p. 108 (1879). — Garcke in Zeitschr. für Naturw. Halle. 63. p. 124 (1890). — E. G. Baker in Journ. of Bot. 31. p. 71 (1893). — Rose in Contrib. U. S. Nat. Herb. 5. p. 177 (1899). — K. Schumann in Engl.-Prantl, Nat. Pfl.-fam. 5 (Nachtr.) p. 236.

»Frutex 6—8 ped. altus», ramosus, ramis vetustioribus cortice cinereo lenticellifero tectis, novellis viridibus et pilis stellatis albidis deciduis vestitis, glabrescentibus. Internodia 1—3 cm. longa. Stipulæ evanidæ. Petioli supra applanati, pilis stellatis cinereis primo dense vestiti, demum glabrescentes, usque ad 5 cm. longi, vulgo tamen circ. 2 cm. longitudine metientes. Laminæ membranaceæ, concolores et læte virides, ovatæ, apice longe acuminatæ et acutæ, basi leviter cordatæ (incisura foliorum maximorum ad 1 cm. alta, aperta), margine dentatæ (dentibus 2—6 mm. latis et 1/2—2 mm. altis, acutis vel obtusiusculis), supra pilis stellatis minutis, subtus majoribus subdense vestitæ; nervi primarii 7—9, supra leviter, subtus valde prominentes, venulæ reticulum subtus conspicuum laxiusculum formantes; laminæ maximæ observatæ 13 cm. longæ et 8,5 cm. latæ, vulgo circ. 7×4 cm. metientes. Inflorescentiæ paniculatæ, terminales, oblongo-ovoideæ, plus minusve densæ, 5—15 cm. longæ; bracteæ inferiores foliaceæ, superiores lineari-oblongæ, integræ, nervosæ, stellato-hirsutulæ, 3—4 mm. longæ; pedicelli floriferi 0,5—1,5 cm. longi, fructiferi admodum excrescentes, stellato-tomentosi vel tomentelli, paulo infra calycem articulati. Calyx basi rotundatus (alabastris globosis, apiculatis, 6—9 mm. diam.), extus pilis stellatis, ad basin calycis flavescentibus tomentellus, una cum lobis triangularibus et acuminatis, 5—6 mm. longis et 4—5 mm. latis 8—9 mm. metiens. Corolla flava, 2,5—2,8 cm. diam., petalis cuneatis, basi ad margines puberulis. Andrœcium 7 mm. longum, tubo conico, dense stellato-piloso, 4—4,5 mm. longo et basi 3 mm. diam. Fructus 10-merus, breviter cylindricus, stellato-hirsutus, 8—9 mm. diam.; carpidia oblonga, basi apiceque rotundata, erostrata, 6—7 mm. longa et 3—4 mm. lata. Semina irregulariter triangulari-globosa, subcastanea, glabra, 1,5—2 mm. diam.

Mexico, State of Jalisco: Barranca pr. Guadalajara [Pringle n. 1721; in herb. Upsal., Holm., Berol., Kew. et Mus. Brit. et in U. S. Nat. Herb.]; Bolanas [Rose n. 2928; U. S. Nat. Herb. et Kew.].

Betreffs dieser Art sei bemerkt, dass die Identifizierung der zitierten Exemplare nicht völlig sicher ist, da es mir nicht gelungen ist, das Presl'sche Originalexemplar zur Prüfung zu erhalten. Sie stimmen jedoch so gut zu der von diesem Forscher gelieferten Beschreibung, dass sie meines Erachtens wenigstens bis auf weiteres als der Art *scabrum* zugehörig betrachtet werden können. Gegenüber den übrigen zu der Untergattung gehörigen Arten ist sie durch das Fehlen von langen Haaren an Achsen und Kelch, durch unten weichwollige Blätter, grosse Blüten, die in einer zusammenge-

zogenen, terminalen Panicula zusammenstehen, sowie vor allem durch die stumpfen, nicht geschnäbelten Karpiden.

Die Art besitzt eine — soweit bisher bekannt — unbedeutende Verbreitung. Sie ist nämlich auf die Provinz Jalisco im mittleren Mexiko beschränkt. PRESL gibt in seiner Originalbeschreibung der Art nur Mexiko an.

6. **Pseudabutilon paniculatum** (ROSE). [Tab. VII. fig. 20].

Syn.: *Wissadula paniculata* ROSE in Contr. U. S. Nat. Herb. 5. p. 178 (1899).

Frutex parvus, 1,5—2,4 m. altus, ut videtur parce ramosus, ramis vetustis ad 8 mm. diam., cortice cinereo-albido, rimuloso tectis, ramulis virgatis novellis laxe pilis stellatis obsitis, mox glabrescentibus; internodia teretia, ad 3,5 cm. longa. Stipulæ filiformes, tomentellæ, c. 4 mm. longæ, mox evanidæ. Petioli obtuse trigoni et longitudinaliter striatuli, sparse sed apicem versus densius pilis stellatis cinereo-flavescentibus instructi, ad 3 cm. longi et laminis 2- vel 3-plo breviores, in foliis superioribus decrescentes. Laminæ membranaceæ, læte virides, concolores, ovatæ vel rotundato-ovatæ et longiuscule angusteque acuminatæ, basi truncatæ vel sæpius leviter cordatæ (incisura vix ad 1/2 cm. alta, acuta, valde aperta), margine crenato-dentatæ (dentibus acutis vel obtusiusculis, 1—5 mm. latis et 0,5—1,5 mm. altis), supra subtusque pilis laxis stellatis instructæ, supra mox grabrescentes; nervi primarii 7 utrinque sed præsertim subtus prominentes; laminæ usque ad 9 cm. longæ et 6 cm. latæ, apicem versus ramorum decrescentes. Flores in panicula terminali multiflora oblonga, 1—2 dm. longa et 4—5 mm. diam. metiente dispositi; pedunculi graciles, rigidi, stellato-flavescenti-tomentelli, floriferi circ. 1 cm. longi, fructiferi ad 2 cm. excrescentes, 2—3 mm. infra calycem articulati. Alabastra globosa, 1—2 mm. longe apiculata. Calyx extus basi flavescente-stellato-tormentosus, sursum laxius pilis stellatis instructus, 7—8,5 mm. longus, laciniis auguste triangularibus, longe acuminatis, acutis, c. 5 mm. longis et 3 mm. latis. Corolla flava, 2—2,6 cm. diam., petalis cuneatis apiceque rotundatis et leviter sinuato-incisis, 1—1,8 cm. longis et ad apicem c. 1,2 cm. latis, marginibus basalibus hirsutis exceptis glabris. Staminum tubus basi valde incrassatus et breviter denseque pilosus, 3—4 mm. longus; filamenta c. 2 mm. longa. Fructus 10—11-merus, breviter cylindricus, sursum stellato-pilosus, 6—7 mm. diam.; carpidia 4—5 mm. longa et 2—3 mm. lata, apice ad angulum externum conspicue sed vix 1/2 mm. longe rostrata. Semina 3, uniformia, triangulari-reniformia, castanea, glaberrima, 1,5 mm. diam.

Mexico: Ymala, Sinaloa [PALMER 1743; in U. S. nat. Herb. et in Mus. Brit.]; Sinaloa pr. Culiacan [BRANDEGEE; U. S. Nat. Herb. n. 572129].

Pseudabutilon paniculatum steht der vorigen Art unzweifelhaft sehr nahe. ROSE sonderte sie jedoch, wie mir scheint, aus durchaus guten Gründen ab; er führte sie, wie auch *scabrum*, unter der *Wissadula*-Sektion *Abutilastrum* auf. Das Originalexemplar war die oben zitierte PALMER'sche Nr. 1743. Kennzeichnend für die Art sind, zum Unterschiede von *scabrum*, die bedeutend spärlichere Behaarung besonders auf den

Blattunterseiten, die reichblütigeren Infloreszenzen mit länger gestielten Blüten, die kleineren Blütenknospen und vor allem die Karpiden, die mit deutlichen Schnäbeln versehen sind. Von den folgenden Arten, sämtlich südamerikanisch, unterscheidet sich *paniculatum* deutlich durch die grossen, schönen Blüten.

Die Art hat gleichfalls ein sehr beschränktes Verbreitungsgebiet, indem die bisher bekannten Fundorte innerhalb der Prov. Sinaloa im nordwestlichen Mexiko liegen. Ihr Verbreitungsgebiet berührt nicht das von *scabrum*.

7. **Pseudabutilon callimorphum** (Hochr.).

Syn.: *Sida callimorpha* Hochr. in Bull. de l'Herb. Boiss. Sér. II: 5. p. 295 (1905).

Wissadula callimorpha (Hochr.) Hassl. in Bull. de l'Herb. Boiss. Sér. II: 7. p. 455 (1907).

Suffrutex ramosus, 0,8—1,2 m. altus; caules lignescentes, 3—4 mm. crassi, teretes, cortice longitudinaliter ruguloso isabellino sparse stellato-puberulo obtecti; ramuli subteretes, indumento cano-virescente stellato-tomentosulo, pilis patulis, hyalinis, longiusculis (ad 2 mm.), sparsis intermixtis; internodia 1—3 cm. longa. Stipulæ anguste lineares, 3—5 mm. longæ, stellato-tomentellæ. Folia viridia, concolora; petioli obtuse triangulares, supra leviter canaliculati, eodem indumento ut ramuli obtecti, 1—3 cm. longi; laminæ ovatæ vel late ovatæ vel rarius subtrilobæ, apice acutæ, basi cordatæ (incisura valde aperta) vel rarius subtruncatæ, margine crenatæ, supra et subtus pilis stellatis subappressis conspersæ, nervis primariis 5—7 supra vix, subtus manifeste prominentibus; laminæ ad 4,5 cm. longæ et 3,5 cm. latæ, vulgo minores, circ. 3,5 × 2,5 cm. metientes. Flores axillares, solitarii, longe pedunculati; pedunculi graciles, flexuosi, 30—55 mm. longi, ut petioli indumento duplici vestiti, c. 1 cm. sub flore manifeste articulati. Calyx e basi lata, trunctata campanulatus, 7—8 mm. altus, in lobos 5 triangulari-ovatos acuminatos divisus, lobis 4 mm. longis et basi 3 mm. latis, intus puberulus, extus incano-tomentellus, indumento pedunculorum præditus. Petala 5 late triangulari-obovata, apice breviter sinuato-retusa, membranacea, 9—11 mm. longa et ad apicem 8—10 mm. lata, margine basali pilosa excepta glabra. Tubus stamineus sparse pilosulus, decemstriatus, c. 2,5 mm. longus; filamenta 1,5—2 mm. longa. Styli 7 usque ad medium connati, tubo stamineo vix 0,5 mm. longiores; stigmata capitata; ovarium 7-loculare, cylindricum, 2,5—3 mm. altum, loculis 3-ovulatis. Carpidia 7, pergamacea, oblongo-trigona, acute apiculata, cum apiculo 1 mm. metiente 7—8 mm. longa et 3 mm. lata, extus dorso et apice stellato-pubescentia, intus glabra, ad tertiam partem inferiorem dissepimento linguiforme e dorso oriundo, a valvis libero, in loculamenta bina superposita divisa. Semina pro carpidia vulgo 3, unum in loculamento inferiore, dua in loculamento superiore, obtuse trigona, c. 3 mm. lata et alta, testa castanea, pilis stellatis crispulis hyalinis conspersa.

Paraguay centralis: pr. Concepcion ad margines silvarum [Hassler n. 7558; in herb. Boiss. et Mus. Brit.].

var. Friesii (Hassl.) [Tab. V. fig. 2].

Syn.: *Sida dictyocarpa* Morong in Ann. N. Y. Acad. Sc. 7. p. 56 (1892); non Gris.
Wissadula pedunculata R. E. Fr. in Arkiv för Bot., Bd. 6. N:o 2. p. 12, tab. II, fig. 1—5 (1906).
Wissadula callimorpha (Hochr.) Hassl. *var. Friesii* Hassl. in Bull. de l'Herb. Boiss. Sér. II: 7. p. 457 (1907).

Ramuli, petioli, pedunculi et calyx indumento simplici, nempe pilis stellatis minutis vestiti, pilis longioribus simplicibus omnino carentes.
Brasilia: Prov. Matto Grosso, Corumbá [Malme; in herb. Regnell.].
Paraguay: ad Pilcomayo River in Gran Chaco [Morong n. 956; in herb. Kew.].
Bolivia: Gran Chaco, Fortin Crevaux ad Rio Pilcomayo [R. Fries n. 1572; herb. Regnell.].

Im Jahre 1906 beschrieb ich auf Grund eigenen, im bolivianischen Chaco eingesammelten Materials sowie des Malme'schen Corumbá-Materials die Art *Wissadula pedunculata*. Neulich hat indessen Hassler nachgewiesen, dass die genannte Art in Wirklichkeit ein Jahr zuvor (1905) als eine *Sida*-Art, *S. callimorpha*, von Hochreutiner beschrieben worden ist. Fruchtexemplare waren Hochreutiner nicht zugänglich gewesen, woraus sich seine unrichtige Placierung der Art in der Gattung *Sida* erklärt. Hassler gab nun der Art den völlig richtigen Namen *Wissadula callimorpha*, führt aber gleichzeitig an, dass die von mir beschriebene *W. pedunculata* in gewissen Hinsichten abwich, so dass, wenn sie auch nicht artlich verschieden war, doch als eine Varietät aufzufassen sei; er gab derselben den Namen *Friesii*.

Diese Vereinigung meiner Pflanze und der Hochreutiner's seitens Hassler habe ich auch bei Prüfung der Originalexemplare Hochreutiner's völlig berechtigt gefunden; ebenso scheint er mir durchaus richtig verfahren zu sein, wenn er meine Exemplare als besondere Varietät absonderte. Mit der Aufstellung der Gattung *Pseudabutilon* muss leider noch eine Änderung am Namen der hier fraglichen Pflanze vorgenommen werden, die dadurch zu *Pseudabutilon callimorphum* (Hochr.) wird; als Name für die Varietät behalte ich den Hassler'schen bei.

Schon bevor *Wiss. pedunculata* beschrieben wurde, ist indessen die Pflanze in der Litteratur erwähnt worden, nämlich von Morong, der sie in seinem Verzeichnis von Paraguay-Pflanzen (a. a. O.) unter dem Namen *Sida dictyocarpa* Gris. aufführt, nach einem Exemplar (Morong 956) in Kew zu urteilen. Wie diese mit der genannten *Sida*-Art hat identifiziert werden können, ist mir unerklärlich.

Pseudabutilon callimorphum scheint eine ausgesprochene Chacopflanze zu sein und kommt ganz sicher im ganzen Chacogebiet vor, nach den bisher bekannten Fundorten im westlichsten und östlichen Teil desselben sowie in der Gegend von Corumbá im südlichsten Matto Grosso zu urteilen, wo meines Erachtens die Nordgrenze für die Chacoflora aus vielerlei Anlässen anzusetzen ist. Die Art steht den beiden folgenden argentinischen Repräsentanten dieser Sektion nahe; betreffs der Unterschiede siehe unter diesen Arten.

8. **Pseudabutilon longepilosum** nov. sp. [Tab. VII. fig. 21—23].

Herba vel frutex ramulis teretibus brevissime tomentosis et insuper pilis c. 1,5 cm. longis simplicibus patentibus dense vestitis; internodia ad 3 cm. longa. Stipulæ filiformes, tomentellæ et longepilosæ, 7—8 mm. longæ, caducæ. Petioli subtrigoni, supra applanati, indumento caulis vestiti, ad 2 cm. longi et laminæ subduplo breviores, in foliis superioribus decrescentes. Laminæ membranaceæ, 7—9-nerviæ, subconcolores, ovatæ vel rotundato-ovatæ, acutæ, basi cordatæ (incisura ad 4 mm. alta et angulum acutum formante), margine acute serratæ incisura basali integra excepta (dentibus ad 1,5 mm. altis et 4 mm. latis sed etiam minoribus, rarius dente uno vel duobus infra apicem sitis majoribus et lobulos parvulos formantibus), supra et subtus pilis minutis stellatis dense obtectæ et insuper pilis longis simplicibus plus minus densis, in nervis subtus præcipue numerosis, instructæ; nervi primarii supra et præsertim subtus prominuli, venulæ vix conspicuæ; laminæ ad 5 cm. longæ et 3,5 cm. latæ, superiores decrescentes. Flores in axillis foliorum superiorum solitarii vel bini; pedunculi ut caulis hirsuti, floriferi circ. 1 cm. longi, fructiferi 1,5 usque ad 4 cm. longi, rigidi et erecti, superne tamen sæpe curvati (fructibus nutantibus) et paulo infra apicem articulati. Calyx basi rotundatus vel truncatus, tomentellus et pilosus, 6—8 mm. longus (in fructibus paulo accrescens) et in lacinias triangulares, longe et anguste acuminatas, 4—5 mm. longas et basi 2,5 mm. latas divisus. Corolla sicca albida, petalis cuneato-spathulatis, inæquilateris, circ. 7—9 mm. longis. Tubus staminum c. 1,5 mm. longus, sparse pilosus, filamenta libera 1—1,5 mm. longa. Fructus 6—8-merus, breviter cylindricus, circ. 7 mm. diam.; carpidia dense pilis stellatis albido-cinereis instructa, oblonga et a lateribus compressa, c. 6 mm. longa et apice ad angulum externum rostro c. 2 mm. longo coronata, 1/3 a basi lamina membranacea in loculos duo divisa. Semina 3, omnia superposita, fusca, subreniformia, 1—1,5 mm. diam.

Argentina: Prov. Catamarca, Puntilla de Villavil [E. W. WHITE; herb. Mus. Brit.]. Prov. Rioja [STUCKERT 9341; in herb. Stuckert. et Regnell.].

Pseudabutilon longepilosum steht der vorhergehenden Art unstreitig sehr nahe, und zwar ähnelt sie infolge der langen einfachen Haare am meisten ihrer Hauptart. Doch scheinen diese zwei der Art nach gut auseinandergehalten werden zu können, wofür auch ihre bisher bekannten verschiedenen Verbreitungsgebiete sprechen. *Ps. longepilosum* wird durch sein äusserst reiches, langes Haarkleid, durch die spitzeren und schärfer gesägten, oben mit angedrückten, langen Haaren versehenen Blätter, durch die kleineren Blüten und die längeren Schnäbel an den Karpiden charakterisiert.

9. **Pseudabutilon Stuckertii** nov. sp. [Tab. VII. fig. 24].

Frutex ramosus, ramis cortice albido-cinereo, leviter rimuloso obtectis, novellis pilis stellatis minutis dense breviterque cinereo-tomentosis; internodia ad 3 cm. longa. Stipulæ lineares, acutæ, tomentosæ, caducæ, 3—10 mm. longæ et 1/2—3/4 mm. latæ.

Petioli teretes vel subtriangulares, eodem tomento ut rami obtecti, 0,5—1,5 cm. longi et laminis duplo vel plus duplo breviores. Laminæ membranaceæ, 7-nerviæ, concolores, ovatæ vel late ovatæ vel ovato-triangulares, apicem versus breviter vel longe sensimque attenuatæ, summo apice acutæ vel obtusiusculæ, basi cordato-sagittatæ, margine, incisura basali ad 1 mm. alta aperta acutaque integra excepta, grosse dentatæ (dentibus triangularibus, obtusiusculis, ad 2,5—3 mm. altis et 6 mm. latis, in foliis parvis paulo minoribus), supra et subtus pilis stellatis cinereis vestitæ; nervi primarii supra subplani vel impressi, subtus prominentes, venulæ inconspicuæ; laminæ magnitudine valde variabiles, 1,5—4 cm. longæ et 1,2—2,5 cm. latæ. Flores in axillis solitarii vel rarius gemini; pedunculi stellato-tomentosi, floriferi 1,5—2,5 mm. longi et 1—2 mm. infra calycem articulati, fructiferi usque ad 4 cm. excrescentes, fructibus ad articulum demum solutis. Calyx turbinato-campanulatus, extus dense stellato-tomentosus et insuper rarius pilosus, 5—6 mm. longus, lobis triangularibus, longe acuminatis, 3—3,5 mm. longis et basi 2,5—3 mm. latis. Corolla flavida, petalis 8—10 mm. longis et apicem versus c. 6 mm. latis, marginibus basalibus minute pilosis. Staminum tubus 2,5—3 mm. longus, minute pilosus, filamenta libera c. 1,5 mm. longa. Fructus 6—7-merus, breviter cylindricus; carpidia 5—6 mm. longa et 3—4 mm. lata, stellato-hirsuta, apice truncato-rotundata et angulo externo 1/2—3/4 mm. longe apiculata, dissepimento horisontali divisa. Semina 3, omnia supraposita, cinereo-nigrescentia et minute puberula vel subglabra, globoso-reniformia, 1,5—2 mm. diam.

Argentina: Prov. Tucuman, Vipos, alt. 800 m. [LILLO 2299]. Prov. Rioja, La Diana [leg. F. SCHMÄDKE; herb. Stuckert n. 13225]. Prov. Córdoba [STUCKERT 1029; ibid. et Regnell. — Herb. STUCKERT. n. 12983. — FIELDING; herb. Mus. Brit.].

Die Art ähnelt am meisten *Ps. callimorphum var. Friesii* (HASSL.) und unterscheidet sich wie diese von den übrigen zur Untergattung gehörigen Arten durch das Fehlen langer, einfacher Haare. Von ihr weicht *Stuckertii* durch ihre durchgehends kleineren Blätter mit einer herzförmig-spiessförmigen Basis, sowie ihre grobe Zähnelung ab; die Zipfel des Kelches sind auch bedeutend länger fadenförmig ausgezogen. Die Verbreitungsgebiete der Arten sind gleichfalls verschieden, was einigermassen für die Berechtigung ihrer Trennung spricht. Doch sei ausdrücklich auf ihre enge Verwandtschaft hingewiesen.

Verzeichnis der Sammler-Nummern.

Anisits: 2067 (paraguariensis), 2067 a et 2528 (macrantha).

Bagshawe: 857 (amplissima β rostrata). — Balansa: 1625 (subpeltata), 1626 (paraguariensis). — Bang, Miguel: 768 (andina), 1411 (macrantha), 1416 (Ps. spicatum), 1512 (excelsior), 2366 (macrantha β grandifolia), 2808 (subpeltata), 2809 (boliviana). — Barber: 37 (amplissima α typica f. lobulata). — Barcly: 1959 (hirsutiflora). — Barter: 304, 1043 et 1717 (amplissima β rostrata). — Berlandier: 1408 (holosericea). — Bernoulli: 55 (excelsior). — Bernoulli et Cario: 3084 (Ps. spicatum). — Blanchet: 174 (hirsuta et periplocifolia β gracillima). — Brown: 879 (amplissima β rostrata). — Burchell: 1033 (contracta), 4508 et 4999 (parviflora), 7420 (patens), 8808 et 10023 (Ps. spicatum).

Cardoso: 216 (amplissima β rostrata). — Combs: 634 (periplocifolia var. γ antillarum f. microphylla).

Dawodu: 40 et 308 (amplissima β rostrata). — Dugès: 287 (trilobata). — Dusén: 3955 (parviflora).

Ervendberg: 152 (amplissima α typica). — Eyles: 142 (amplissima β rostrata).

Fair: 1669 (glechomatifolia). — Fendler: 22 (excelsior). — Fiebrig: 722 (subpeltata). — Fries: 1571 (densiflora), 1572 (Ps. callimorphum var. Friesii), 1636 (paraguariensis).

Gardner: 867 (hirsuta), 1468 et 5367 (contracta). — Gibbert: 555 (glechomatifolia). — Glaziou: 10283 et 13546 (periplocifolia β gracillima), 10284, 12450 et 18884 (contracta), 10285 (Ps. spicatum), 12445 (hirsuta), 12446 (subpeltata). — Glocker: 56 (hirsuta), 92 (periplocifolia β gracillima). — Goll: 728 (amplissima α typica).

Harris: 5452 (amplissima α typica). — Hartweg: 635 (divergens). — Hassler, pl. parag.: 368, 2746, 3020 et 7915 (subpeltata), 390 (Balansæ), 1217, 7579 et 8259 (paraguariensis), 1878 (macrantha γ brevipedunculata), 7558 (Ps. callimorphum). — Hassler, pl. parag. a Rojas collectæ: 83, 121 et 2570 (decora), 143 (subpeltata), 351 et 2405 (paraguariensis), 2570 a (macrantha). — Hildebrandt: 558 (amplissima β rostrata). — Holland: 245 et 263 (amplissima β rostrata). — Hostman: 56 (patens).

Jameson: 496 (diffusa), 589 (Ps. spicatum), 607 (divergens). — Jenman: 5065 (patens). — Jurgensen: 48 (gracilis).

Karsten: 58 (amplissima α typica), 134 (contracta), 136 (hirsuta). — Kotschy: 286 (amplissima β rostrata).

Langlassé: 484 (amplissima α typica), 618 (Ps. spicatum). — Lehmann: 1825 (amplissima α typica). — Lillo: 328 (conjungens), 2299 (Ps. Stuckertii), 2426 et 2432 (tucumanensis), 6172 (densiflora). — Linden: 1377 (excelsior). — Lindberg: 296 a (parviflora). — Lindheimer, pl. tex.: III: 354 (holosericea). — Lindman: A. 433 (glechomatifolia). — Lorentz: 570 (glechomatifolia). — Lorentz et Hieronymus: 293 (Grisebachii), 602 (densiflora).

Malme: 1544 C (periplocifolia β gracillima); II: 164 (glechomatifolia), II: 1401, II: 1497 et II: 3156 (subpeltata), II: 2128 et 2128 a (patens subsp. cuspidata). — Maltby: 97 (hirsutiflora). — Mandon: 822 (sordida). — Martii Herb. Fl. bras.: 1002 (hirsuta), 1009 (patens). — Mendonça: 270 et 1047 (parviflora), 647 (contracta). — Miers: 2664 (Ps. spicatum). — Millen: 74 (amplissima β rostrata). — Mollar: 29 (amplissima β rostrata). — Moore: 1061 (decora). — Morong: 251, 376 et 990 (subpeltata), 956 (Ps. callimorphum var. Friesii), 985 (densiflora), 1021 (paraguariensis). — Mosén: 3 (contracta), 411 et 1120 (parviflora). — Motley 293 (periplocifolia α typica).

Nelson: 82 (excelsior), 4250 (hirsutiflora).

Osten: 2956 (glechomatifolia). — Otto: 1054 (periplocifolia β gracillima).

Palmer: 111 (holosericea), 381 (cincta), 1137 (amplissima α typica f. lobulata), 1719 (Ps. spicatum), 1720 (wissaduloides), 1743 (Ps. paniculatum). — Palmer et Riley: 168 (amplissima α typica). — Parry et Palmer:

81 (trilobata). — PERROTTET: 74 (amplissima β rostrata). — PFUND: 280 (amplissima β rostrata). — PILGER: 658 (patens subsp. cuspidata). — PITTIER et DURAND: 7377 (excelsior). — POHL: 1307 (contracta). — PÖPPIG: 2147 (excelsior). — PRINGLE: 36, 4603 et 5709 (amplissima α typica), 1721 (Ps. scabrum), 1945 (holosericea), 4578 et 4610 pro parte (hirsutiflora var. tricarpellata), 4872 et 9520 (Ps. Pringlei), 6610, 7269 et 10052 (trilobata). — PRINGLE et LOZANO: 13443 (Ps. Lozani).

REGNELL: I: 22 (parviflora). — REINECK et CZERMAK: 74 (glechomatifolia). — RIDLEY, LEA et RAMAGE: 9 (hirsuta). — RIEDEL: 109 (hirsuta), 2025 (parviflora). — ROBERT (Percy Sladen's Exped.): 341 (patens subsp. cuspidata), 839 (decora). — ROBERTSON: 130 (excelsior). — ROSE: 2928 (Ps. scabrum), 7354, 7547, 10202 et 11091 (amplissima α typica), 10131, 11297 et 11448 (Ps. Pringlei), 11417 (Ps. Rosei), 11418 (microcalyx). — ROSE et PAINTER: 9809 (glandulosa). — ROVIROSA: 367 (Ps. spicatum). — RUSBY: 1860 (macrantha).

SCHENCK: 3387 (parviflora). — SCHICKENDANTZ: 209 (gymnanthemum). — SCHIMPER: 391, 407 et 1502 (amplissima β rostrata). — SCHOMBURGK: 451 [724B], 724 et 849 (contracta), 845 (Ps. spicatum). — SCHUMAN, WALT.: 377 (trilobata). — SCHWACKE: 7392 (parviflora). — SCHWEINFURTH: 1641 et 2368 (amplissima β rostrata). — SCHWEINFURTH et RIVA: 2117 (amplissima β rostrata). — SCOTT-ELLIOT: 3986, 7894 et 8036 (amplissima β rostrata). — SEEMAN: 474 (excelsior). — SELLOW: d. 311, d. 920, d. 1045, 2977, 3471 et 3472 (glechomatifolia), 1147 (contracta), 4121 (subpeltata). — SINTENIS: 803 et 2243b (periplocifolia var. γ antillarum f. macrophylla), 3017 (amplissima α typica). — SMITH, DONNEL: 4749 et 7820 (excelsior), 5149 (amplissima α typica), 6068 (contracta). — SMITH, HERBERT: 496 (Fadyenii), 716 (amplissima α typica). — SPRAGUE: 85 (excelsior). — SPRUCE: 890 (subpeltata), 1865 (Ps. spicatum), 6332 (divergens). — STEUDNER: 1136 (amplissima β rostrata). — STUCKERT: 2753 et 12957 (densiflora), 3667, 5935, 6034, 8706, 8769, 11346, 16130, 16228 et 17445 (gymnanthemum var. subtomentosa), 9341 (Ps. longepilosum), 1029 et 12983 (Ps. Stuckertii).

TATE: 33 [417] (excelsior). — TONDUZ: 13144 (excelsior). — TOWNSEND: 67 (Ps. Lozani). — TRAILL: 49 (Ps. spicatum). — TRIANA: 3162 [5292] (amplissima α typica). — TWEEDIE: 1246 (densiflora).

ULE: 3629 (parviflora), 4398 (contracta), 6710 (microcarpa). — UNDERWOOD et GRIGGS: 625 (periplocifolia γ antillarum f. macrophylla).

WARBURG: 1890 (periplocifolia α typica). — WARNECKE: 176 (amplissima β rostrata). — WEIR: 493 (parviflora). — WELWITSCH: 4908, 4909, 4910 et 4911 (amplissima β rostrata). — WHITE: 88 (gymnanthemum). — WIDGREN: 521, 522 et 524 (parviflora), 525 (contracta). — WILSON: 53 (amplissima β rostrata). — WRIGHT, pl. cub.: 32 (periplocifolia γ antillarum f. microphylla), 2050 (periplocifolia γ antillarum f. microphylla; amplissima α typica; excelsior), 2051 (Ps. spicatum), 2053 (excelsior).

ZENKER et STAUDT: 551 (amplissima β rostrata). — ZOLLINGER: 1846 (periplocifolia α typica).

Berichtigungen.

Seite 32: Zeile 8 von unten lies 1801 statt 1800.
» 44: » 8 » oben » 1801 » 1800.
» 48: » 12 » unten » 1807 » 1806.
» 56: » 19 » oben » GRIS. » HOCHR.
Taf. 4, Fig. 4—5: lies *α typica* statt *α genuina*.

Register.

Erklärung der Tafeln.

Tafel I.

Fig. 1—2. *Wissadula Fadyenii* R. E. Fr. $^1/_2$.
» 3. » *periplocifolia* (L.) Presl *var. β gracillima* R. E. Fr. $^1/_2$.
» 4. » » » *γ antillarum* R. E. Fr. *forma microphylla* R. E. Fr. $^1/_2$.

Tafel II.

Fig. 1. *Wissadula patens* (St.-Hil.) Garcke *subsp. cuspidata* R. E. Fr. $^1/_2$.
» 2. » *excelsior* (Cav.) Presl. $^1/_2$.

Tafel III.

Fig. 1. *Wissadula contracta* (Link) R. E. Fr. $^1/_2$.
» 2. » *parviflora* (St.-Hil.) R. E. Fr. $^1/_2$.
» 3. » *glechomatifolia* (St.-Hil.) R. E. Fr. $^1/_2$.

Tafel IV.

Fig. 1—2. *Wissadula amplissima* (L.) R. E. Fr. *var. α typica* R. E. Fr. $^1/_2$.
» 3. » *densiflora* R. E. Fr. $^1/_2$.
» 4—5. » *macrantha* R. E. Fr. *var. α typica* R. E. Fr. $^1/_2$.

Tafel V.

Fig. 1—1 a. *Wissadula subpeltata* (OK.) R. E. Fr. $^1/_2$.
» 2. *Pseudabutilon callimorphum* (Hassl.) R. E. Fr. *var. Friesii* (Hassl.). R. E. Fr. $^1/_2$.

Tafel VI.

Fig. 1. *Wissadula divergens* (Benth.) Benth. et Hook. f. Karpid. $^3/_1$.
» 2. » *Fadyenii* R. E. Fr. Karpid. $^3/_1$.
» 3. » » Geöffnetes Karpid. $^3/_1$.
» 4. » » Same. $^6/_1$.
» 5. » *paraguariensis* Chod. Frucht. $^3/_1$.
» 6. » *periplocifolia* (L.) Presl *var. β gracillima* R. E. Fr. Frucht. $^3/_1$.
» 7. » » » Karpid, von der Seite gesehen. $^3/_1$.
» 8. » » » Oberer Same des Karpids. $^6/_1$.
» 9. » » » Unterer Same des Karpids. $^6/_1$.
» 10. » *diffusa* R. E. Fr. Karpid, geöffnet. $^3/_1$.
» 11. » » » von der Seite gesehen. $^3/_1$.

Fig. 12. *Wissadula amplissima* (L.) R. E. Fr. *var. α typica* R. E. Fr. Frucht. $^3/_1$.
13—14. » » » *β rostrata* (Schum. et Thonn.) R. E. Fr. Früchte. $^3/_1$.
15. *microcarpa* R. E. Fr. Frucht. $^3/_1$.
16. » Karpid, von der Seite gesehen. $^4/_1$.
17. *densiflora* R. E. Fr. Karpid, vom Rücken gesehen. $^3/_1$.
18—19. » Oberer und unterer Same eines Karpids. $^6/_1$.
20—21. *boliviana* R. E. Fr. Karpid, von der Seite und vom Rücken gesehen. $^3/_1$.
22. *patens* (St.-Hil.) Garcke *subsp. cuspidata* R. E. Fr. Frucht. $^3/_1$.
23. *parviflora* (St.-Hil.) R. E. Fr. Frucht. $^3/_1$.
24. *contracta* (Link) R. E. Fr. Frucht. $^3/_1$.
25. *macrantha* R. E. Fr. Karpid, vom Rücken gesehen. $^3/_1$.
26. » Frucht. $^3/_1$.
27. *subpeltata* (OK.) R. E. Fr. Frucht. $^3/_1$.
28. *hirsuta* Presl. Frucht. $^3/_1$.

Tafel VII.

Fig. 1. *Wissadula sordida* Hochr. Frucht. $^3/_1$.
2. *conjungens* R. E. Fr. Karpid. $^3/_1$.
3. *andina* Britt. Frucht. $^2/_1$.
4—5. » Karpid, von aussen und von innen gesehen. $^3/_1$.
6—7. *gymnanthemum* (Gris.) K. Sch. *var. subtomentosa* R. E. Fr. Karpid, vom Rücken und von der Seite gesehen. $^3/_1$.
8. » *var. subtomentosa* R. E. Fr. Kronenblatt. $^2/_1$.
9. *tucumanensis* R. E. Fr. Kronenblatt. $^2/_1$.
10. *conjungens* R. E. Fr. Kronenblatt. $^2/_1$.
11—12. *glechomatifolia* (St.-Hil.) R. E. Fr. Karpid, von innen und vom Rücken gesehen. $^3/_1$.
13—14. *holosericea* (Scheele) Garcke. Karpid, vom Rücken und von der Seite gesehen. $^3/_1$.
15. *subpeltata* (OK.) R. E. Fr. Andrœcium. $^3/_1$.
16. » *hirsutiflora* (Presl) Rose *var. tricarpellata* (Rob. et Greenm.) R. E. Fr. Andrœcium. $^3/_1$.
17. » *wissaduloides* (E. G. Bak.) Rose. Frucht, ohne Kelch. $^3/_1$.
18. » » Kelch. $^3/_1$.
19. *Pseudabutilon spicatum* (HBK.) R. E. Fr. Geöffnetes Karpid, von innen gesehen. $^3/_1$.
20. » *paniculatum* (Rose) R. E. Fr. Frucht, ohne Kelch. $^3/_1$.
21. *longepilosum* R. E. Fr. Karpid, von der Seite gesehen. $^3/_1$.
22. » » geöffnet, von innen gesehen. $^3/_1$.
23. » Blatt. $^1/_1$.
24. *Stuckertii* R. E. Fr. Blatt. $^1/_1$.
25. Subgenus *Wissadulastrum*. Schematischer Längsschnitt eines Karpids.
26. » » » Querschnitt » »
27. » *Abutilastrum*. » Längsschnitt » »

Tafel VIII—X.

Geographische Verbreitung der *Wissadula*- und *Pseudabutilon*-Arten innerhalb der neuen Welt.

Tryckt den 8 juli 1908.

Uppsala 1908. Almqvist & Wiksells Boktryckeri-A.-B.



Foto. o. ljustr. Justus Cederquist, Sthlm.

1—2. Wissadula Fadyenii R. E. Fr. — 3. W. periplocifolia (L.) Presl. var. gracillima R. E. Fr. — 4. W. periplocifolia (L.) Presl. var. antillarum R. E. Fr. f. microphylla R. E. Fr.



Foto. o. ljustr. Justus Cederquist, Sthlm.

1. Wissadula patens (St.-Hil.) Garcke. subsp. cuspidata R. E. Fr. — 2. Wissadula excelsior (Cav.) Presl.



Foto. o. ljustr. Justus Cederquist, Sthlm.

1. Wissadula contracta (Link) R. E. Fr. — 2. W. parviflora (St.-Hil.) R. E. Fr. — 3. W. glechomatifolia (St.-Hil.) R. E. Fr.



Foto. o. ljustr. Justus Cederquist, Sthlm.

1—2. Wissadula amplissima (L.) R. E. Fr. var. α typica R. E. Fr. — 3. W. densiflora R. E. Fr. — 4—5. W. macrantha R. E. Fr. var. α genuina R. E. Fr.

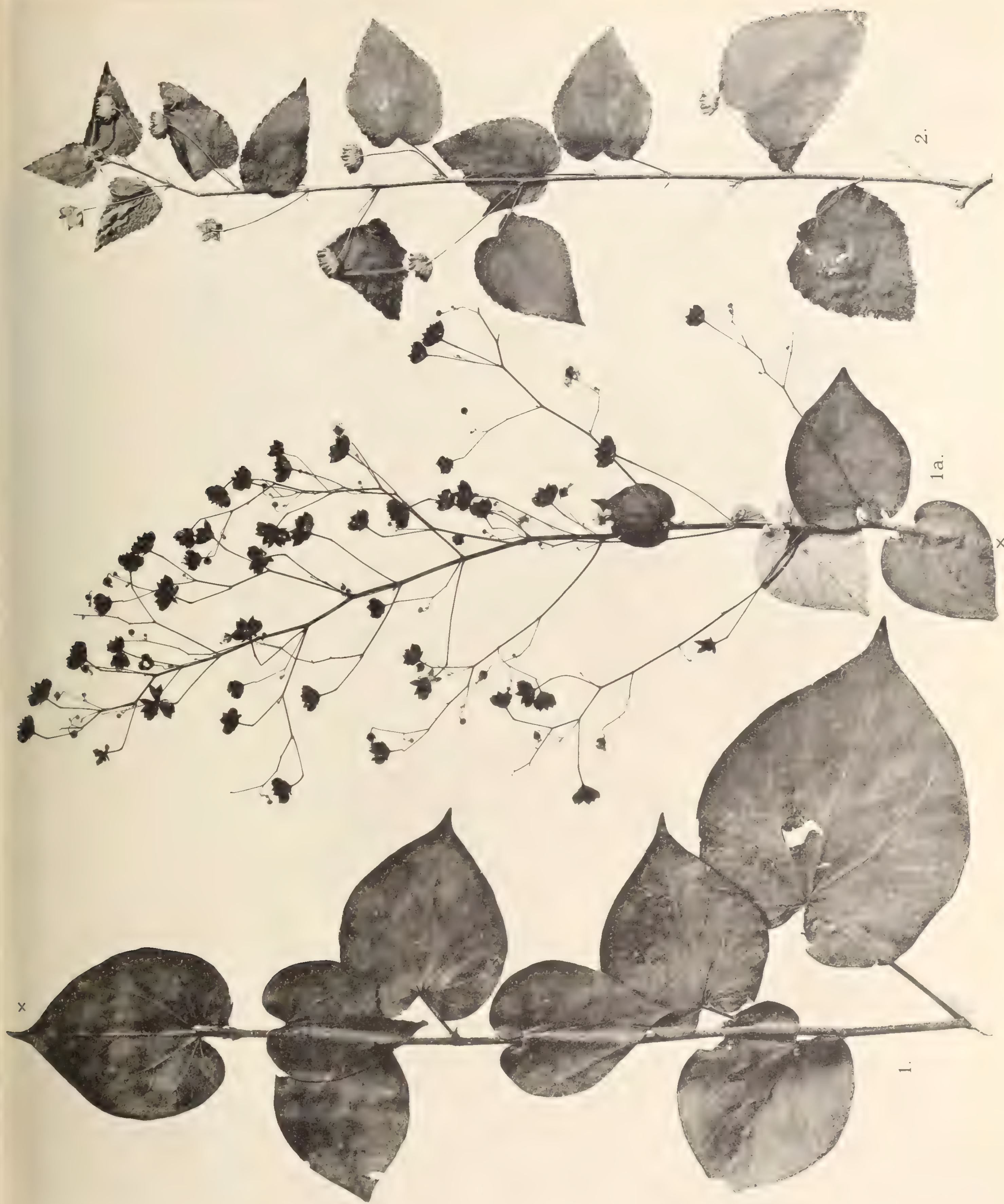


Foto. o. ljustr. Justus Cederquist, Sthlm.

1—1 a. Wissadula subpeltata (OK.) R. E. Fr. — 2. Pseudabutilon callimorphum (Hassl.) R. E. Fr. var. Friesii (Hassl.) R. E. Fr.



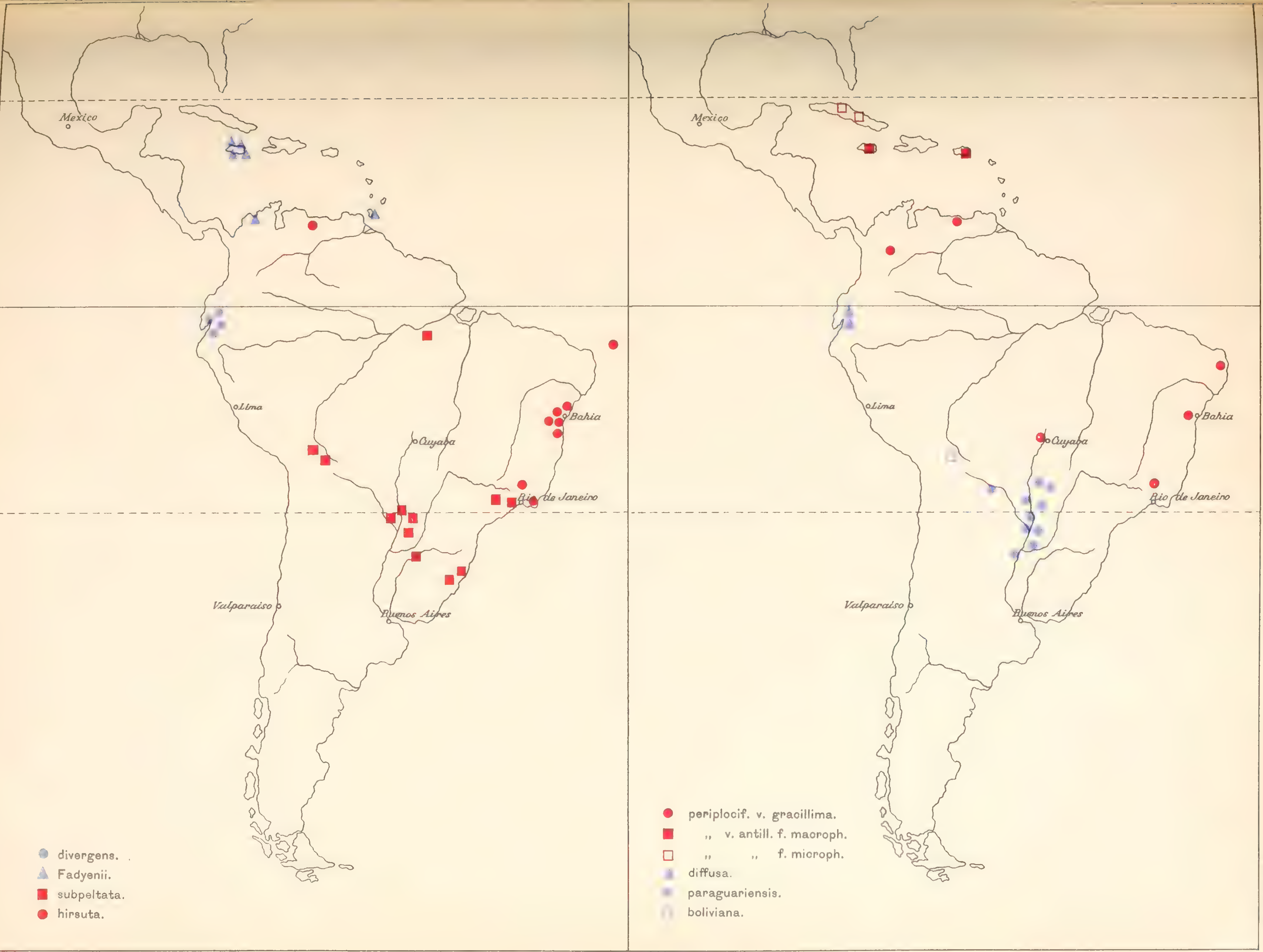
Th. Ekblom et Rob. E. Fries del. Ljustr. Justus Cederquist Sthlm.

1. Wissadula divergens (Benth.) Benth. et Hook. f. — 2—4. W. Fadyenii R. E. Fr. — 5. W. paraguariensis Chod. — 6—9. W. periplocifolia (L.) Presl. — 10—11. W. diffusa R. E. Fr. — 12—14. W. amplissima (L.) R. E. Fr. — 15—16. W. microcarpa R. E. Fr. — 17—19. W. densiflora R. E. Fr. — 20—21. W. boliviana R. E. Fr. — 22. W. patens (St.-Hil.) Garcke. subsp. cuspidata R. E. Fr. — 23. W. parviflora (St.-Hil.) R. E. Fr. — 24. W. contracta (Link) R. E. Fr. — 25—26. W. macrantha R. E. Fr. — 27. W. subpeltata (OK.) R. E. Fr. — 28. W. hirsuta Presl.



Th. Ekblom et Rob. E. Fries del. Ljustr. Justus Cederquist, Sthlm.

1. Wissadula sordida Hochr. — 2. W. conjungens R. E. Fr. — 3—5. W. andina Britt. — 6—8. W. gymnanthemum (Gris.) K. Sch. var. subtomentosa R. E. Fr. — 9. W. tucumanensis R. E. Fr. — 10. W. conjungens R. E. Fr. — 11—12. W. glechomatifolia (St.-Hil.) R. E. Fr. — 13—14. W. holosericea (Scheele) Garcke. — 15. W. subpeltata (OK.) R. E. Fr. — 16. W. hirsutiflora (Presl.) Rose var. tricarpellata (Rob. et Greenm.) R. E. Fr. — 17—18. W. wissaduloides (E. G. Bak.) Rose. — 19. Pseudabutilon spicatum (HBK.) R. E. Fr. — 20. Ps. paniculatum (Rose) R. E. Fr. — 21—23. Ps. longepilosum R. E. Fr. — 24. Ps. Stuckertii R. E. Fr. — 25—27. Pseudabutilon (schematisch).



L. LJUNGGRENS LIT. A. B. UPPSALA

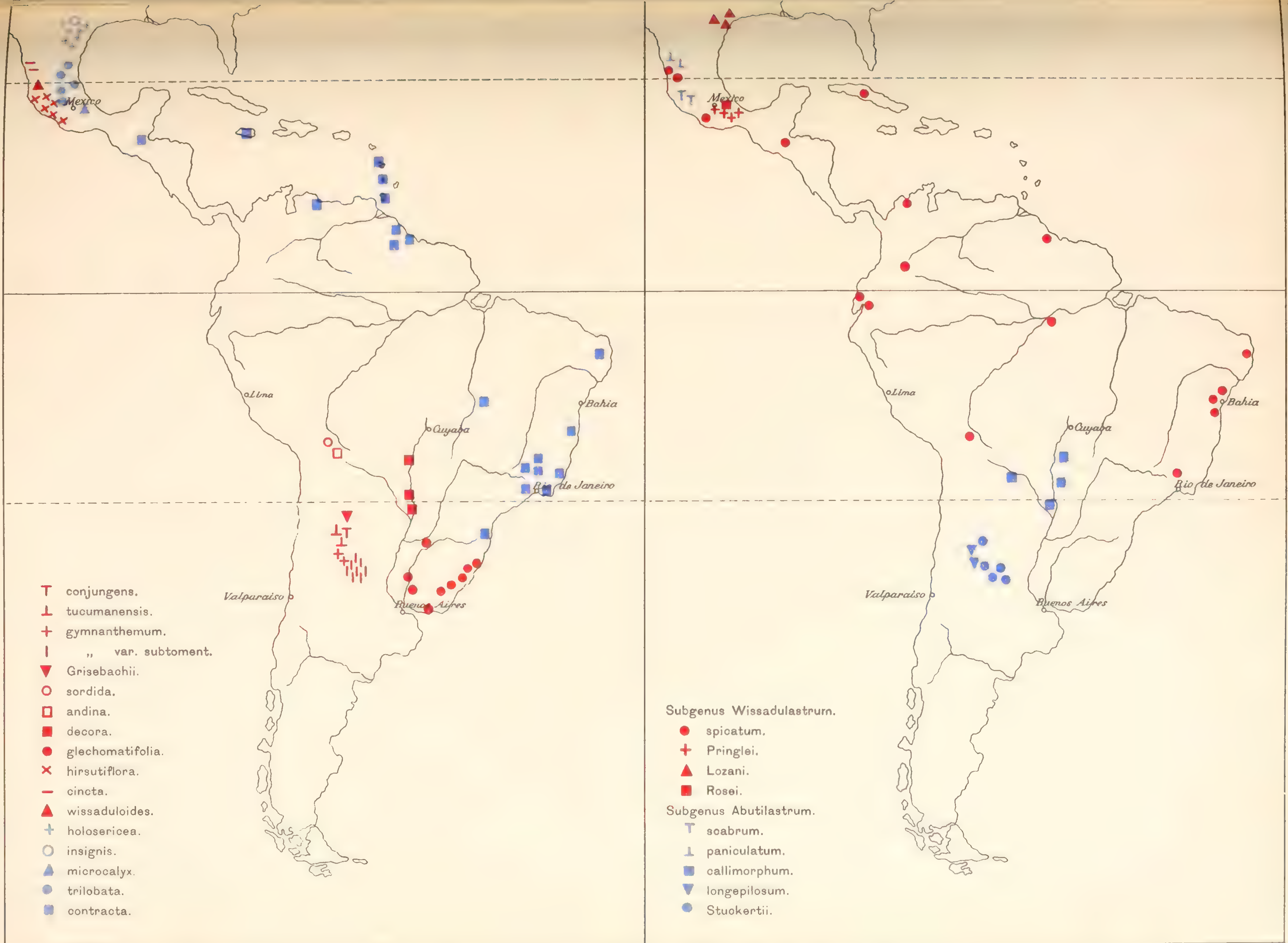
Bahia
Rio de Janeiro
Cuyaba
Buenos Aires
Lima
Valparaiso
Mexico

+ parviflora.
● amplissima.
○ microcarpa.
■ densiflora.

Bahia
Rio de Janeiro
Cuyaba
Buenos Aires
Lima
Valparaiso
Mexico

● excelsior.
■ patens.
□ „ subsp. cuspidata.
□ nudiflora.
● macrantha.

L. LJUNGGRENS LIT. A. B. UPPSALA



L. LJUNGGRENS LIT. A. B. UPPSALA.

KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 43. N:o 5.

UEBER
ALGEN UND HYDROZOEN
IM
SILUR VON GOTLAND UND OESEL

VON

AUG. ROTHPLETZ

MIT 6 TAFELN

MITGETEILT AM 13. MAI 1908 DURCH A. G. NATHORST UND G. HOLM

UPPSALA & STOCKHOLM
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.
1908

Einleitung.

Es war im Herbst des Jahres 1905, dass mir Prof. G. HOLM eigentümliche Kalkknollen aus dem baltischen Silur zeigte, von denen er zwar bereits eine Anzahl von Dünnschliffen hatte anfertigen lassen, deren eigentliche Natur aber daraus noch keineswegs klar hervorging. Gerne ging ich auf seinen freundlichen Vorschlag ein, diese Knollen genauer zu untersuchen, und ich hoffte, mit dieser Untersuchung bald fertig zu sein. Im Winter 1905/06 liess ich weitere Dünnschliffe machen und bald konnte ich das Vorhandensein von *Girvanella*- und *Solenopora*-ähnlichen Gebilden nachweisen. Aber über die Hälfte der Schliffe zeigte schwer verständliche Bilder, die mit keiner der mir bekannten lebenden oder fossilen Tier- und Pflanzenarten übereinstimmen wollten. Ich schwankte anfangs zwischen Kalkalgen, Spongien und Hydrozoen, kam jedoch allmählich zu dem Ergebnis, dass nur bei den letzteren wirkliche Vergleichspunkte existieren. Trotzdem gelang es mir nicht unter dem reichhaltigen Material von lebenden und fossilen Hydrozoenarten, welche in der Münchner Staatssammlung liegen, etwas aufzufinden, das mit den baltischen Knollen dem Genus oder der Familie nach identifiziert werden könnte. Damit zog sich die Arbeit unversehens in die Länge und wollte kein rechtes Resultat geben. Da fiel im Jahre 1906 ein Lichtstrahl in dieses Dunkel als Prof. GÜRICH mir seine schöne Arbeit über die Spongiostromiden des belgischen Kohlenkalkes zuschickte. Die Ähnlichkeit dieser carbonischen Knollen mit den silurischen war in die Augen springend, aber freilich der ersten Freude folgte eine kleine Enttäuschung nach. Der Vorschlag GÜRICHS die Spongiostromiden in provisorischer Weise als eine besondere Klasse in die Abteilung der Protozoen einzureihen, zeigte klar, dass ein zoologisches Verstehen der fossilen Reste damit nichts weniger als erreicht war. In entgegenkommender Weise überliess mir zwar Prof. GÜRICH für längere Zeit einen Dünnschliff von *Spongiostroma ovuliferum*, aber das Hauptmaterial lag im Brüsseler Museum und es erschien mir nötig zunächst dorthin zu gehen. Also blieb die Arbeit liegen bis zum Herbst 1907, da ich früher keine Zeit zu einem Besuche Brüssels fand. Leider ergab sich dabei, dass die grossen schönen Schliffe, so bestechend sie auch auf den ersten Blick erscheinen, doch für eine genaue mikroskopische Untersuchung mit mehr als ganz schwachen Vergrösserungen viel zu dick sind.

Neben diesen sachlichen gab es auch formelle Schwierigkeiten zu überwinden. Die Abbildungen, die ich früher von Sphaerocodien und Lithothamnien gegeben habe, hatten mich darüber belehrt, wie schwierig es ist, solche mikroskopische Bilder zeichnen zu lassen und dass das Ergebnis keineswegs den aufgewandten Mühen entspricht. Ich wollte es deshalb mit der Photographie versuchen, aber da galt es zunächst einen mikrophotographischen Apparat zu beschaffen und für den Institutsdiener seine Handhabung zu erlernen. Ich glaube die beigegebenen Abbildungen werden beweisen, dass diese Aufwendungen und der damit verbundene Zeitverlust sich gelohnt haben.

Alle die Knollen, welche ich in Stockholm zu sehen bekam, machten, so weit meine Erinnerung reicht, einen recht einheitlichen Eindruck. In der Mitte liegt gewöhnlich ein tabulater Korallenstock, den man natürlich erst beim Durchschlagen des Knollens sehen kann, und um denselben legen sich mehr oder minder deutlich unterschiedene, unregelmässig konzentrische Lagen, die den Korallenstock vollständig inkrustieren. Wer nicht die Überzeugung in sich trägt, dass solche Inkrustationen im freien Meere und unterhalb des Ebbespiegels nur durch lebende Organismen erzeugt werden können, der mag diese Knollen kurzer Hand zu den anorganischen Sinterbildungen legen, wohin ja viele noch immer auch die Oolithen rechnen.

Die nur in dünnen Schliffen deutlich hervortretende organische Struktur gab mir die Möglichkeit diese Knollen in drei ihrer Entstehung nach recht verschiedene Gruppen zu zerlegen. Dass aber auch die makroskopische Betrachtung zu einer solchen Einteilung die notwendigen Merkmale ausfindig machen kann, dafür werden wir am Schlusse dieser Arbeit Anhaltspunkte gewinnen.

Zwei der unterschiedenen Gruppen gehören unzweifelhaft zum Pflanzenreich — es sind Kalkalgen, die ich als *Solenopora* und *Sphaerocodium* beschreiben werde. Die dritte Gruppe stelle ich unter dem Namen *Spongiostroma* zu den Hydrozoen.

I. Kalkalgen mit wirr verschlungenen Zellfäden.

Für untersilurische Knollen, die aus einem Filz feiner durcheinandergeschlungener Röhrchen bestehen hat NICHOLSON[1] 1878 den Namen *Girvanella* gegeben. Er deutete sie als Foraminiferen. Der Typus, *Girvanella problematica* NICH., ist durch dichotome Verzweigung der Röhrchen, die NICHOLSON anfänglich entging, von mir[2] 1891 nachgewiesen und von NICHOLSON nachträglich anerkannt wurde, ausgezeichnet. Die Feinheit der Röhrchen und ihre Dichotomie veranlassten mich *Girvanella* zu den Kalkalgen zu stellen. Über ihre systematische Stellung innerhalb der Algen äusserte ich (S. 302) nur, dass ihre Zugehörigkeit zu den Codiaceen weniger gesichert erscheint als die von *Sphaerocodium*. Es scheint aber, dass NICHOLSON später darin etwas

[1] AL. NICHOLSON und R. ETHERIDGE. A monograph of the silurian foss. of the Girvan district in Ayrshire 1878.
[2] Fossile Kalkalgen aus der Familie der Codiaceen und der Corallineen Zeitschr. d. D. geol. Ges. 1891.

weiter gegangen ist, und dementsprechend sprach ALEX. BROWN[1] es 1894 geradezu aus, dass es äusserst wahrscheinlich sei, dass *Girvanella* wirklich zu den Siphoneen gehöre. Diese Zuversicht hat SEWARD,[2] der diese Möglichkeit natürlich nicht in Abrede stellen konnte, doch veranlasst, eine andere Möglichkeit stärker in den Vordergrund zu stellen, und so hat er es vorgezogen in seinem Lehrbuche — selbst auf die Gefahr hin der Inkonsequenz geziehen zu werden — die Girvanellen nicht in der Rubrik der Siphoneen, sondern in der der Schizophyten abzuhandeln, weil es ihm dort am passendsten erschien, obschon er die vollständige Unsicherheit zugibt, die über die spezielle systematische Stellung dieser Alge besteht. Süsswasserknollen von Michigan[3] hatten es ihm eben angetan, die aus Schizothrix-Fäden bestehen, die in ähnlicher Weise wie bei Girvanella filzartig mit einander verwoben sind und sich dichotom teilen. Ich habe früher ähnliche Knollen aus unseren Alpenseen untersucht und konnte keine besondere Ähnlichkeit mit Girvanella finden. Vor allem sind die Knollen nicht so kompakt und das kommt daher, dass sie nicht nur aus Oszillatorien, sondern aus einem regellosen Gemenge der verschiedenartigsten Algen zusammengesetzt sind, von denen viele gar nicht die Eigenschaft haben, Kalk auszuscheiden. Auch den Oszillatorien scheint eine eigentliche Verkalkung der Zellwände nicht eigen zu sein, sondern ähnlich wie bei den Rivularien werden zwichen den Fäden, wenn sie dem Assimilationsprozess entzogen sind und die Rolle von Stützelementen übernommen haben, Kalkkörner ausgefällt, aber dieselben schmiegen sich keineswegs so genau den Zellwandungen an, dass sie von deren Form und Verlauf nachträglich, d. h. nachdem die organische Substanz der Alge verschwunden ist, ein zutreffendes Bild zu geben imstande wären. Ich halte deshalb einen Vergleich der marinen Girvanellen mit diesen Süsswasserknollen für unzutreffend und jedenfalls für viel weniger begründet als den Vergleich mit den nicht vertizillierten Siphoneen. Gleichwohl muss zugegeben werden, dass der vollständige Mangel besonderer Gewebe- oder Zellformen für die Assimilation und Fortpflanzung den Girvanellen den Stempel einer niedrigen Stellung im Algenreich aufdrückt und aus diesem Grunde habe ich die Kalkknollen aus der alpinen Trias in ein neues Genus *Sphaerocodium* gestellt, trotzdem ihr Grundgewebe sich in nichts von dem der Girvanellen unterscheidet. Aber sie zeigen daneben besondere Schlauchzellen, die eine Differenzierung des Gewebes und Anpassung an besondere Zwecke beweisen. Solche Formen können unmöglich mehr zu den Schizophyceen gestellt werden und so ergibt sich ihre Einreihung in die Chlorophyceen fast von selbst. Sieht man sich in diesen näher um, so bieten die Codiaceen die meisten Anknüpfungspunkte, aber freilich behaupten zu wollen, dass die Sphaerocodien nun wirkliche Codiaceen gewesen seien in dem Sinne, wie wir die heutigen Formen verstehen, das wird wohl keinem Palaeontologen einfallen. Auch kann dem Vorkommen schlauchförmiger Zellen, wie SEWARD richtig bemerkt, kein besonders hoher taxonomischer Wert beigelegt werden, da es schlauchförmige Zellen in gar vielen Familien gibt. Aber es soll auch nicht auf eine

[1] ALEX. BROWN. On Solenpora. Geol. Mag. IV. 1. 1894. S. 16. Dass er dort von Siphoneæ verticillatæ spricht, ist anscheinend ein lapsus calami.

[2] Fossil plants. Vol. I. S. 125. 1895.

[3] GEORGE MURRAY. Phycological Memoirs III. 1895. Pl. 19.

einzige Eigenschaft, sondern auf die Gesamtheit solcher die systematische Stellung eines Organismus gegründet werden. Nun freilich sind uns bei den Fossilien fast immer die wichtigsten Eigentümlichkeiten, welche für die Systematik der lebenden Organismen bestimmend sind, verloren gegangen und wenn man da den streng kritischen Standpunkt, wie ihn SEWARD bei den Sphaerocodien einnimmt, behaupten will, dann wird man gezwungen sein, die meisten Versteinerungen mit besonderen Genusnamen zu belegen und in besondere Familien einzureihen. Mit Verwunderung frage ich mich deshalb, wieso SEWARD auf Seite 174 ohne weiteres *Diplopora* zu den Dasycladaceen stellen konnte, von der wir doch weder die Zellenstruktur und die Fortpflanzungszellen noch auch die Beschaffenheit der Seitenzweige kennen? Er stützt sich bei dieser Einreihung ausschliesslich auf die wirtelständige Anordnung der Seitenäste, aber der kommt doch kein besonders hoher taxonomischer Wert zu, könnten wir mit SEWARD sagen.

Solange mir also unter den lebenden Algen keine Formen genannt werden können, die den Sphaerocodien[1] näher stehen, werde ich sie in die Verwandtschaft der lebenden Codiaceen stellen. Vor allem aber kommt es mir darauf an, den Unterschied klar zu legen, der zwischen *Girvanella* und *Sphaerocodium* besteht und der mich zwingt die baltische Art dem zweiten Genus einzuverleiben. Ich will zu diesem Zwecke zuerst die typischen Arten dieser beiden Genera beschreiben und abbilden. Daraus ergibt sich dann die Natur der neuen baltischen Art von selbst.

1. Girvanella problematica NICH.

Taf. 1, Fig. 1.

Die Abbildung (Fig. 1 auf Taf. 1) ist einem Schliffe entnommen, der aus mir von NICHOLSON selbst gegebenem Material angefertigt ist. Es ist also die typische *G. problematica* von Airshire in Schottland. Die wurmförmig gekrümmten und dichotom verzweigten Zellfäden sind deutlich zu erkennen. Ihre Breite schwankt zwischen 10 und 18 μ. Ich hatte 1891 als Maximalbreite 15 angegeben, das ist entsprechend zu korrigieren. Querwände in den röhrenförmigen Fäden fehlen vollständig, dahingegen ist die äussere Zellhaut durch eine dunkle Linie deutlich bezeichnet.

Die rundlichen und zum Teil auch ganz unregelmässig geformten grösseren hellen Flecken sind Partien, bei denen die Zellstruktur entweder nicht erhalten geblieben ist oder schon zu Lebzeiten der Pflanze zerstört wurde.

Ob der Mangel konzentrisch lagenförmiger Anordnung, wie er z. B. bei *Sphaerocodium* so bestimmt ausgeprägt ist, auf der Gleichförmigkeit des Gewebes beruht, also eine Genuseigentümlichkeit ist, oder ob er nur dieser Art fehlt, kann ich einstweilen nicht feststellen, aber sicher ist, dass er bei allen Schliffen, die ich besitze, besteht.

[1] SEWARD scheint Schliffe davon nicht gesehen zu haben. Seine Angaben, dass die Zellfäden 50—100 μ breit seien, beruht natürlich auf einem Missverständnis. Das ist die Breite der Schlauchzellen.

2. Sphaerocodium Bornemanni Rothp.

Taf. 1, Fig. 2—4.

Fig. 3 gibt uns in schwacher Vergrösserung das Gesamtbild von mehreren Knollen, deren Durchmesser 3 mm nur wenig übersteigen. Es sind also noch junge Individuen, da ältere Stücke bis 2 cm gross werden können. Man erkennt in der Mitte helle Fremdkörper (Molluskenschalen und Crinoideen-Teile), um die die Alge sich ausgebreitet hat. Die zonale Anordnung tritt deutlich hervor. Man kann zwar die feinen Zellfäden bei dieser Vergrösserung noch nicht unterscheiden, wohl aber eine Anzahl von länglichen Schlauchzellen, die bis 230 μ in der Länge messen, daneben auch noch kleine Fremdkörper, die allmählich von der wachsenden Alge eingeschlossen worden sind. Sehr deutlich treten die feinen Zellfäden in den Figuren 2 und 4 hervor, die annähernd gleiche Vergrösserung wie Fig. 1 haben und somit unmittelbar zeigen, wieviel feiner die Fäden bei *Sphaerocodium* als bei Girvanella sind (im Maximum nur 1/3 so breit als bei *Girvanella problematica*). Auf Fig. 4 sind die Fäden mit einer eisenreichen Substanz ausgefüllt, sie heben sich deshalb besonders deutlich heraus und lassen auch die dichotome Verzweigung an mehreren Stellen vorzüglich erkennen. Die Schlauchzellen sind meist weniger scharf konturiert als die Zellfäden, was seinen Grund darin haben mag, dass ihre Zellmembranen entsprechend dem Zwecke dieser Schläuche als Assimilations- oder Fortpflanzungsorgane erst verkalkten, nachdem sie diese Funktionen verrichtet hatten. Wo sie von dem Schliffe gerade richtig getroffen werden, kann man sehen, dass sie sich an einem Ende zuspitzen und in einen der feinen nur bis 6 μ breiten Zellfäden auslaufen.

3. Spaerocodium gotlandicum n. sp.

Taf. 1, Fig. 5—6; Taf. 2, Fig. 1—4.

Hierher gehörige Knollen liegen mir nur von Ronehamn und Tidemans im Kirchspiele Hörsne auf der Insel Gotland vor. Sie erreichen einen Durchmesser von bis zu 3 1/2 cm. sind annähernd rund und haben eine nierenförmig gewellte Oberfläche, deren Anschwellungen auch zu kurzen rundlichen Ästen auswachsen können (Fig. 3, Taf. II), sodass eine grosse äussere Aehnlichkeit mit gewissen lebenden Lithothamnium-Knollen entsteht.

Im Innern besteht eine deutliche konzentrische Struktur, die aber je nach der Form des zentral gelegenen Fremdkörpers oder dem Vorhandensein peripherisch gelegener erst später umwachsener Körper allerhand Unregelmässigkeiten aufweist. Das Grundgewebe ist von gleicher Art und hat dieselben Dimensionen wie bei *Sphaerocodium Bornemanni*, aber es fehlen hier die Schlauchzellen. Statt deren treten abwechselnd mit dem normalen Grundgewebe Zonen auf, die aus 20—25 μ breiten, ebenfalls dichotom sich teilenden, eng durcheinandergewundenen und sich umschlingenden Zellfäden bestehen, die wie die feineren Fäden keinerlei Querwände

zeigen. Die dichotome Verzweigung dieser grösseren Fäden zeigt insofern gegenüber den feineren einen Unterschied, als sie sich oftmals in so kurzen Abständen wiederholt, dass die Äste eine fast fächerförmige Anordnung erlangen.

Im allgemeinen besteht keine Vermischung zwischen dem gröberen und feineren Gewebe, sie wechseln vielmehr lagenweise miteinander ab. Man könnte deshalb auf die Vermutung kommen, dass beide keinen Zusammanhang haben, Teile verschiedener Individuen und Arten seien, die zufällig nebeneinander sich entwickelten und von denen bald die eine, bald die andere aktiven Anteil an dem Fortwachsen des Kalkknollens nahm. Dem gegenüber muss ich feststellen, dass an der Grenze solcher zweierlei Zonen sehr häufig gesehen werden kann, wie ein feiner Faden zu einem gröberen anschwillt und somit die letzteren aus ersteren hervorgehen. Dahingegen ist es mir nie gelungen, auf der Oberseite von Zonen gröberen Gewebes einen Übergang der breiteren in schmälere Fäden festzustellen. Ich nehme deshalb an, dass auch bei der silurischen Art die feineren Fäden, sobald sie sich verbreiterten, damit ihr Wachstumsende erreichten und dass die verbreiterten Fäden besondere Funktionen zu verrichten hatten wie die Schlauchzellen bei der triasischen Art. In der Verschiedenheit ihrer Gestalt sehe ich den spezifischen Unterschied zwischen diesen beiden Arten, aber in dem Vorhandensein der zweierlei Gewebearten bei beiden den generischen Zusammanhang und den Grund die baltische Art von Girvanella abzutrennen.

II. Kalkalgen mit regelmässig nebeneinander gestellten Zellfäden.

Den lebenden wie fossilen Vertretern dieser Gruppe ist es nicht anders wie den Girvanellen und Sphaerocodien ergangen. Sie wurden zuerst teils ins Tierreich verwiesen, teils als anorganische stalaktitenartige Gebilde betrachtet und ihre Arten finden sich in der älteren Literatur unter den Genera *Nullipora*, *Millepora*, *Cellepora*, *Spongites*, *Stromatopora* etc. verteilt.

Die Erkenntnis, dass wenigstens ein Teil dieser Dinge zu den Kalkalgen gehöre, wurde 1837 durch PHILIPPI eingeleitet, der die Genera *Lithothamnium* und *Lithophyllum* aufstellte. Aber sie breitete sich nur sehr langsam aus und 30 Jahre später finden wir in der zweiten Auflage von QUENSTEDTS Petrefactenkunde *Nullipora* noch bei den Coelenteraten abgehandelt. Nur die kurze Bemerkung (S. 777) »einige davon, wie *Nullipora ramosissima*, hält Unger für Meeresalgen, von denen mehrere Kalk ausscheiden», verrät uns, dass hier doch etwas zweifelhaft geworden war. Erst durch die Arbeiten von ROSANOFF (1866) und GÜMBEL (1871) kam ein frischer Zug in diese Forschungen und heute wissen wir, welche grosse Rolle diese Kalkalgen in der Gegenwart spielen und zur Kreide- und Terziärzeit gespielt haben. Auch für den Geologen haben sie als Gesteinsbildner eine grosse Wichtigkeit gewonnen. Vereinzelte Angaben von dem Vorkommen von Lithothamnien aus dem Jura und der Trias haben bisher jedoch keine Bestätigung gefunden. Dahingegen hat BILLINGS (1861) ähnliche Kalkalgen aus dem unteren Silur Canadas als *Stromatopora compacta* beschrieben und

NICHOLSON[1] hat solche aus dem Silur Schottlands 1877 als *Tetradium Peachii* zu den Korallen gestellt. DYBOWSKI[2] war aber der erste, der ihre generische Eigenart erkannte und für sie den Namen *Solenopora* vorschlug. Allerdings stellte er dieses Genus noch immer zu den Tieren und im besonderen zu den Chaetetiden.

Als Charakteristikum hebt er hervor: die für tabulate Korallen aussergewöhnliche Feinheit der Röhren, das Fehlen von Querböden, die dunkle Färbung und feinkörnige Beschaffenheit der Wände, die im Querschnitt ein Netzwerk mit 0,03—0,08 mm weiten Maschen bilden und im Längsschnitt einen wellenförmigen Verlauf zeigen. Die von Herküll aus dem Untersilur Estlands stammende Art nannte er *Solenopora spongioides*.

NICHOLSON und ETHERIDGE[3] haben dann 1885 den Nachweis erbracht, dass ihr *Tetradium Peachii* nur eine Varietät der *Solenopora spongioides* und diese selbst identisch mit *Stromatopora compacta* sei, dass diese Art also in Zukunft den Namen *Solenopora compacta* zu führen habe.

Der Diagnose von DYBOWSKI fügen sie als neu hinzu, dass Tabulae in den Röhren doch vorhanden sind, aber in wechselnden Abständen, besonders da, wo die Röhren nach oben sich durch Teilung zu vermehren beginnen, aber dass sie in sehr dünnen Schliffen oft nicht zu sehen sind. Die Wände der Röhren seien nicht perforiert. Unsicher in der Deutung blieben beide Autoren mit Bezug auf die hellen Streifen, die in geringen Abständen und parallel zu den Tabulæ in den Dünnschliffen die Längswände quer durchsetzen und dem Ganzen, im Falle es obliterierte Querwände wären, eine Zellstruktur verleihen und es ins Pflanzenreich verweisen würden. Diese von ihnen als nicht eben sehr wahrscheinlich hingestellte Vermutung hat dann ALEX. BROWN (l. c.) 1894 aufgegriffen. Er hatte das inzwischen noch erheblich vermehrte Untersuchungsmaterial von NICHOLSON erhalten, und konnte die Zahl der Arten von *Solenopora* auf 7 erhöhen. Er kam zu dem Ergebnis, dass alle diese Arten echte Zellstruktur, dass die Zellen im Bau und Wachstum äusserste Ähnlichkeit mit denen gewisser lebenden und fossilen Corallineen haben und dass auch Anzeichen von Tetrasporangien und Konzeptakeln nach Art derer bei lebenden Corallineen vorhanden sind. BROWN ist deshalb geneigt, die Solenoporen als ältere Stammhalter direkt in die Entwicklungsreihe der Nulliporen zu stellen. Er kennt 6 silurische und eine jurassische Art. Die echten Lithothamnien treten erst in der Kreide auf. Diese zeitliche Aufeinanderfolge widerspricht der Annahme einer Entwicklungsreihe allerdings nicht und wir hätten nur anzunehmen, dass die Verbindungsglieder, welche den weiten Zeitraum zwischen Silur und Jura ausfüllten, demnächst werden aufgefunden werden.

So ist es gekommen, dass gegenwärtig die Frage, ob *Solenopora* ins Tier- oder Pflanzenreich gehöre, ihre frühere Bedeutung ganz verloren hat, und was uns jetzt hauptsächlich interessiert, ist die systematische Stellung dieser Formen innerhalb der Algen.

[1] A. Monograph of the silurian fossils in Airshire 1878.
[2] Die Chætetiden der ostbaltischen Silurformation Petersburg 1877.
[3] Geol. Magaz. III vol. 2, S. 529 und ebenda vol. 5, S. 20 (1888).

Gotland hat eine neue *Solenopora-art* geliefert. Ich habe Dünnschliffe derselben mit solchen von *Sol. compacta* und *S. jurassica* vergleichen können und da hat sich ergeben, dass dies Art mit der silurischen aus Canada sehr grosse, mit der jurassischen aus England nur geringe Ähnlichkeit besitzt, dass letztere überhaupt sich in generisch wichtigen Merkmalen von den beiden anderen Arten so sehr unterscheidet, dass ich sie in ein anderes Genus, das ich *Solenoporella* nennen will, zu versetzen mich genötigt sehe.

Von den 5 anderen silurischen Arten steht mir kein Material zur Verfügung und ich bin für ihre Beurteilung allein auf die vorhandenen Beschreibungen von NICHOLSON und BROWN angewiesen. Leider sind die Abbildungen, die BROWN auf Pl. V. gegeben hat, durch den Raster sehr undeutlich geworden und ich kann somit nur als eine Vermutung es aussprechen, dass *S. lithothamnoides* BROWN der *S. compacta* sehr nahe steht; dass *S. filiformis* NICH. und *fussiformis* BROWN nicht sehr weit auseinander liegen und dass *S. nigra* BROWN vielleicht grosse Ähnlichkeit mit der neuen Gotländer-Art hat. Dahingegen gehört *S. dendriformis* BROWN sicher nicht zu diesem Genus und wahrscheinlich auch nicht zu den Algen, sondern zu *Spongiostroma*.

Auf die Beziehungen der echten *Solenopora*-arten zu den Lithothamnien will ich erst eingehen nach der Beschreibung von *S. compacta* und der *S. Gotlandica*. Vorerst aber sollen die Gründe angegeben werden, weshalb ich *S. jurassica* in ein neues Genus stelle.

1. **Solenoporella jurassica** BROWN sp.

Taf. 2, Fig. 5—6.

Ich verdanke der Güte des Herrn FOX STRANGWAYS ein Stück von »*Solenopora*« aus Yorkshire, und ich habe Grund anzunehmen, dass es dieselbe Art ist, welche BROWN beschrieben hat, wenn schon die Bilder, die er gezeichnet hat, von denen etwas abweichen, die die Photographie mir wiedergab.

Die Lumina der Zellröhren sind 40—50 μ breit (nach BROWN etwa 60 μ) und im Querschnitt kreisrund, oft aber auch seitlich zusammengedrückt zu halbmond- bis sigmaförmigen Gestalten. Ihre Füllung besteht aus wasserhellen Calcitkrystallen, die oft so gross sind, dass ein einziges Korn die ganze Breite des Lumens einnimmt. Die Zellwandungen hingegen bestehen aus winzigen Calcitkörnen, von 3—6 μ Durchmesser. Infolge der Lichtbrechung erscheinen die Grenzflächen der Calcitkörner im Dünnschliff und auf der Photographie als dunkle Linien. Man erkennt sie in Fig. 5 u. 6 auf Taf. II im Gebiet der Zellumina sehr gut, aber in den Zellwänden gibt es deren soviele, dass man sie auf der Photographie nicht mehr unterscheiden kann und statt dessen nur noch eine ziemlich gleichmässig dunkle Fläche erscheint. Die Wände, welche die einzelnen Zellen umgeben, sind mit den benachbarten zu einer ganz einheitlichen Masse verschmolzen und man kann keine Grenzlinie zwischen denselben

entdecken. Ihre Dicke ist eine sehr wechselnde, wie dies besonders gut auf Fig. 5 zu sehen ist und der Durchmesser schwankt zwischen 5 u. 20 μ. Im Querschnitt entsteht niemals das Bild polygonaler Felder, sondern das eines Netzwerkes mit rundlichen Maschen, die aber an vielen Stellen in Unordnung geraten sind (z. B. Fig. 5 links unten), weil die Zellen an solchen Stellen zusammengepresst wurden noch ehe sie sich mit der festen Kalkhülle umgeben hatten.

Der Längsschnitt lehrt uns, dass die Zellfäden nicht vollständig geradlinig angeordnet sind. Sie haben einen schwachwelligen Verlauf und vermehren sich durch Dichotomie, die aber nicht gleichzeitig bei allen Fäden, sondern in ganz regellosen Abständen eintritt. Eine Folge dieser zwei Eigentümlichkeiten ist, dass es sehr schwer fällt, in einem Radialschliff die Zellfäden auf grössere Erstreckungen longitudinal zu schneiden. Sie verschwinden verhältnismässig rasch aus dem Gesichtsfelde und andere treten in dasselbe ein. Dies ruft zugleich den Eindruck hervor, als ob die Zellen in ihren Breitedimensionen und in der Dicke der Wandungen starke Schwankungen besässen. Doch ist das nur scheinbar und kommt daher, dass der Schliff, der einen Faden an einer Stelle genau median getroffen hat, alsbald aus dieser Medianebene heraustritt und die Wand tangential schneidet, um dann wieder in die Medianebene einzutreten. Dadurch entsteht das Bild breiter dunkler Diaphragmen in den hellen Röhren, die man sich aber wohl hüten muss, für wirkliche Querwände zu nehmen. Ebenso darf man sich solche durch die Photographie nicht vorspiegeln lassen, welche die Grenzflächen der einzelnen Calcitkörner als schmale dunkle Querlinie wiedergibt. Gleichwohl existieren auch echte »Querböden» und man kann einige derselben in Fig. 6 erkennen. Dass sie, wie Brown mitteilt, alle gegen die Peripherie konkav seien, kann ich nicht bestätigen. Sie treten in wechselnden Abständen auf und ebenso ist die Länge der Zellen verschieden, zwischen dem Drei- bis Zwölffachen der Breite schwankend.

Auch der Querschnitt (Fig. 5.) trifft zuweilen gerade auf eine solche Querwand und dann ist das sonst so helle Zellumen dunkel und hebt sich von den Seitenwänden nicht ab wegen der geringen Lichtdurchlässigkeit der Querwand.

Es ist ferner sehr beachtenswert, dass nirgends auch nur die leisesten Andeutungen von Perforationen in den Zellwänden zu entdecken sind. Ebensowenig konnte ich aussergewöhnlich geformte Zellen beobachten, die etwa als Sporangien gedeutet werden könnten. Brown war hierin glücklicher, aber recht überzeugend wirken die Abbildungen derselben, die er in Fig. 5 gibt, nicht. Ich kann in den unregelmässigen Stellen, wo die gewöhnliche Zellenstruktur fehlt, ebensowenig wie in denjenigen, wo mehrere etwas längliche Zellen rosettenförmig gruppiert erscheinen, Andeutungen von Konzeptakeln erkennen, sondern in den ersteren nur zufällige Hohlräume, in den letzteren Stellen, wo ein Büschel von Zellfäden nicht so orientiert war, dass er von der Schliffebene ebenso rechtwinklig geschnitten werden konnte, wie dies bei den anderen Fäden ringsum der Fall ist. Jedenfalls muss vorher die Existenz derartiger Konzeptakeln auch im Längsschliffe beobachtet werden, ehe man sie als solche gelten lassen kann.

2. **Solenopora compacta** Billings.

Taf. 3, Fig. 1—6.

Einige grössere Knollen dieser Art von St. Josephs Island am Huroniansee in Ontario, Canada, liegen in der Münchner Staatssammlung und sind auf der amerikanischen Orginaletiquette als *Stromatopora compacta* bezeichnet.

Im Querschnitt erscheinen die Zellumina nicht wie bei der jurassischen Art rundlich, sondern deutlich polygonal und ihr Durchmesser misst 70—130 μ; er ist also ungefähr doppelt so gross als bei *S. jurassica*. Die Polygone sind 4- und 5- meist jedoch 6-kantig, aber die Kanten sind nicht alle gleich gross. Manchmal weicht die Querschnittsform von einem regelmässigen Polygon recht erheblich ab, dann springen auf der Innenseite gewöhnlich ein oder auch zwei Leisten septenartig vor, welche früheren Forschern Veranlassung gaben, diese Fossilien zu den Korallen zu stellen. Jetzt werden sie als die Anfänge von Zweiteilungen betrachtet, durch welche die Zellfäden sich vermehrten. Die Wände sind im allgemeinen verhältnismässig erheblich dünner als bei *S. jurassica*. und ausserdem zeigen sie eine deutliche dunkle Medianlinie, welche zugleich die eigentliche Grenze zwischen zwei aneinanderstossenden Zellen markiert. Es erinnert dies an die »dark line» der Korallen. Bei genügender Vergrösserung gewahrt man auch im Dünnschliff sowohl bei Quer- als auch bei Längsschnitten, dass diese dunkle Linie von Zeit zu Zeit Unterbrechungen erleidet ähnlich wie bei den perforaten Korallen, und der helle Kalk, welcher die Zellöffnungen ausfüllt, tritt dann an solchen Stellen mit dem der benachbarten Zelle in unmittelbare Verbindung. Voraussetzung für solche Beobachtungen ist natürlich, dass der Schliff dünn genug sei, da es sich hier um sehr feine Poren handelt. Bei den photographischen Bildern 3—6 auf Taf. III kann man solcher Poren eine grosse Zahl erkennen, obwohl sie da selbstverständlich viel weniger deutlich als unter dem Mikroskop in die Erscheinung treten.

Im Längsschnitt machen sich Querwände bemerkbar und sie sind sehr regelmässig in den benachbarten Zellfäden in gleichen Höhen angeordnet, so dass sie mit den Längswänden ein regelmässiges Gitter bilden. Die von mir gemessenen Abstände der Querwände variieren zwischen 90 und 1000 μ und je nachdem besteht das Gitterwerk aus Quadraten oder länglichen Vierecken, deren Länge die Breite um das Zehnfache übertreffen kann. Aber die ganz langen Zellen pflegen von den mehr quadratischen getrennt vorzukommen und das gibt dem ganzen Stock eine eigenartige Gliederung. Auf Zonen kurzer Zellen folgen solche ganz langer Zellen. Es sind aber dieselben Fäden, die aus der einen in die andere Zone aufsteigen und man wird deshalb die langen Zellen nicht als Sporangien deuten dürfen.

Es ist eine besondere Eigentümlichkeit der Querwände, dass sie viel weniger deutlich hervortreten als die Längswände. Verhältnismässig selten sind sie so kräftig wie in Fig. 6 und oft erkennt man ihre Anwesenheit nur daran, dass die Seitenwände starke Verdickungen haben, die nur wenig ins Innere vorspringen (Fig 5). Man

kann dies entweder so erklären, dass die Verkalkung der Querwände von den Seiten her erfolgte, aber nur selten eine vollständige war, oder dass die Querwände, ähnlich wie bei den Florideen, einen Zentralporus hatten, der in diesem Falle allerdings eine aussergewöhnliche Grösse gehabt haben müsste.

Auf Fig. 5 gewahrt man recht gut die hellen Bänder, die schon NICHOLSON und ETHERIDGE aufgefallen waren. Sie laufen den Querwänden, die durch die knotenförmigen Verdickungen auf den Längswänden angezeigt werden, parallel und zwar so, dass auf jede horizontale Zellenreihe ein heller Streifen kommt. Sie entstehen dadurch, dass die Längswände von Poren durchbrochen sind, durch welche hindurch die helle Füllmasse der Zellen in Verbindung gesetz ist. Sobald der Schliff diese Poren nicht trifft, fehlen auch die hellen Bänder, die infolge dessen auch im Schliff immer nur auf kurze Erstreckungen aushalten. In den langen Zellen (Fig. 3) sind die Poren ebenfalls sichtbar und da kommen mehrere über einander auf eine Zelle.

Sporangien habe ich nicht auffinden können. Was BROWN als solche gedeutet und in Fig. 2 als solche abgebildet hat, halte ich nur für schräg angeschnittene gewöhnliche Zellfäden, wie sie auch in Fig. 2 auf der rechten Seite und in Fig. 4 unten erscheinen.

Die hier beschriebene Art scheint mir identisch mit dem, was BROWN als *S. compacta* var. *Trentonensis* bezeichnet hat, aber auch von *S. lithothamnioides* unterscheidet sie sich kaum. Die einzige Differenz liegt vielleicht darin, dass die Zellen im Querschnitt »mehr oder weniger rund» sind, währen der polygonale Charakter bei der kanadischen Art unverkennbar ist.

NICHOLSON hat auch *S. Peachii* und *S. spongioides* mit *S. compacta* vereinigt. Aber nach den Abbildungen und Beschreibungen, die er davon gegeben hat, scheinen mir doch so grosse Verschiedenheiten zu bestehen, dass sich eine spezifische Trennung empfiehlt. Im Längsschnitt sind die Zellwände viel stärker gewellt und im Querschnitt viel unregelmässiger polygonal.

Nach Abschluss und Niederschrift dieser Arbeit kamen mir die Knollen wieder in die Hände, die ich 1897 während der vom Akademiker FR. SCHMIDT geführten Exkursion in der oberen Kegel'schen Schicht (der Wassalemschen Schicht D 3) bei Peiküll (Sack) in der Nähe von Reval gesammelt hatte, weil sie mich schon damals an Kalkalgen erinnerten. Rasch angefertigte Schliffe belehrten mich, dass sie der echten *Solenopora spongioides* von DYBOWSKI angehören und dass diese Art nicht mit der *S. compacta* identizifiert werden darf. Die Zellfäden haben zwar annähernd gleiche Breite (50—80 μ) wie bei dieser Art, aber sonst haben sie nur sehr wenig Ähnlichkeit. Ihr Querschnitt hat niemals die regelmässig polygonale Form und der Längsschnitt ist ausgezeichnet durch den welligen Verlauf der Wände. Die Differenzierung des Gewebes in Hypo- und Perithallium ist weit deutlicher ausgeprägt als bei der kanadischen Art und die Querwände, welche in jedem Faden die einzelnen Zellen von einander abtrennen, stehen viel weiter auseinander und nicht im gleichen Niveau in den benachbarten Fäden, so dass der lithothamniumartige Charakter hier ganz verschwindet. Ich behalte mir Abbildungen dieser Art für eine spätere Gelegenheit vor, da ihre Anfertigung die Vollendung dieser Arbeit sonst ungewöhnlich verlängert hätte.

Der generische Unterschied zwischen Solenoporella und Solenopora.

Nach den vorausgegangenen Beschreibungen dieser zwei Arten lässt sich ihre generische Verschiedenheit leicht zusammenfassen. Sie besteht hauptsächlich darin, dass bei der jurassichen Art die Zellwände keine Poren haben und ferner dass die Verkalkung bei *Solenopora* innerhalb der Zellmembran, bei *Solenoporella* ausserhalb derselben erfolgte. Diese zwei Verschiedenheiten sind allerdings nicht so augenfällig wie die habituelle Ähnlichkeit, aber in systematischer Beziehung kommt ihnen sicherlich ein viel höherer Wert zu.

3. **Solenopora gotlandica** n. sp.

Taf. 4, Fig. 1—5.

Diese neue Art stammt von Gammelhamn auf der Isel Fårö bei Gotland. Ihre Zellfäden sind nur 25—30 μ dick, also drei- bis fünfmal feiner als bei *S. compacta*. Im Querschnitt bilden sie ein polygonales Netzwerk, im Längsschnitt ein quadratisches Felderwerk, denn sie sind meist so lang als breit, manchmal sogar etwas kürzer. Auch hier jedoch sind, wie bei *S. compacta*, die Querwände viel schwächer ausgebildet als die Längswände. Manchmal scheinen sie fast zu fehlen und werden nur noch an den periodischen knotenförmigen Anschwellungen der Längswände erkannt.

Besondere Zonen mit langen Zellen, so wie sie bei *S. compacta* vorkommen, konnte ich nicht nachweisen. Dahingegen machen sich auch hier von Zeit zu Zeit die konzentrischen weissen Bänder deutlich bemerkbar und weisen darauf hin, dass die Zellwände mit Poren versehen sind, die aber entsprechend der Kleinheit der Zellen weniger in die Augen fallen als bei *S. compacta*.

In der Entwicklung der Zellfäden sind gewisse Unregelmässigkeiten leicht zu erkennen, die z. T. ihre Ursache in Veränderungen der Wachstumsrichtung (Fig. 1), zum anderen Teil wahrscheinlich in periodischen Wachstumsstillständen gehabt haben. In Fig. 3 u. 4 sieht man nahe dem oberen Rande der Bilder die regelmässig aufsteigenden Zellfäden plötzlich an einer dunklen Linie abgeschnitten, die aber mit den konzentrischen Linien der Zell-Querböden nicht ganz konkordant verläuft. So haben die Zellfäden auf Fig. 3 unter dieser schwarzen Linie auf der rechten Seite bis 7 Zellen mehr als auf der linken Seite entwickelt. Über der schwarzen Linie haben nur ein Teil der von unten aufsteigenden Fäden eine Fortsetzung, meist aber mit je 2 Fäden, die sich aus einem unteren durch Dichotomie entwickelt haben. Auf Fig. 4 oben rechts sieht man, dass auf einer solchen Grenzlinie eine Zahl von etwa 9 nebeneinanderliegenden Fäden ohne jede Fortsetzung endet, also wahrscheinlich abgestorben war. Dafür legen sich von rechts und links durch Dichotomie benachbarter Fäden entstandene neue über die kahle Stelle und schliessen sie wieder zu.

Etwas ähnliches lässt sich auch bei *S. compacta* (Fig. 1, Taf. III) beobachten, aber es ist mir dort diese Erscheinung nicht so oft und deutlich entgegengetreten.

Eine besondere Eigentümlichkeit dieser Art besteht darin, dass anscheinend ganz regellos verteilt zwischen den Reihen normaler Zellfäden sich längliche Schlauchzellen einschalten. Sie sind bis 80 μ breit und bis 250 μ lang und stellen das obere geschlossene Ende eines normalen Zellfadens dar (siehe besonders Fig. 5 die rechte Schlauchzelle). Ihre Wände treten nicht so deutlich hervor als bei den sie umgebenden Zellen, was darauf schliessen lässt, dass sie nicht oder nur wenig verkalkt waren. Das ist begreiflich, wenn man in ihnen Sporangien vermutet.

Von den schon bekannten Arten unterscheidet sich diese neue sehr auffällig durch die grosse Feinheit der Zellen. In dieser Beziehung macht nur *S. nigra* Brown eine Ausnahme insofern als ihre Zellbreite (17—33 μ nach Brown) ungefähr gleich gross ist. Aber dafür sind die Zellen alle länglich (60—160 m) und die Querwände ebenso kräftig entwickelt wie die Längswände. Es sind bei ihr auch keine sporangienartige Schlauchzellen bekannt.

Die Beziehungen von Solenopora und Solenoporella zu den Lithothamnien.

Schon Nicholson war die histologische Ähnlichkeit aufgefallen, die zwischen *Lithothamnium* und *Solenopora* besteht (l. c. Fig, 10 u. 11 Taf. 13 1885) und Al. Brown ist dann 1894 dieser Spur weiter nachgegangen. Allerdings störend wirkte dabei die bedeutende Grösse der Zellen bei *Solenopora*. Brown suchte zwar diese Schwierigkeit durch seine Fig. 13 zu beseitigen, wo er in gleicher Vergrösserung die Zellen von *Lithothamnium, Amphiroa, Solenopora filiformis* und *S. jurassica* nebeneinander stellt, aber die Tatsache konnte er damit doch nicht aus der Welt schaffen, dass die Zell-Lumina bei *Solenopora* stets diejenigen bei den Lithothamnien um ein Vielfaches an Grösse übertreffen. *Solenopora Gotlandica* bildet jetzt eine Art von Verbindungsglied. Ein Vergleich der Fig. 4 u. 6 auf Taf. IV lehrt uns, dass die Zellen bei *S. gotlandica* und *Lithothamnium nummuliticum* ziemlich genau gleiche Länge haben und das die Breite bei erster Art nur noch doppelt so gross als bei letzterer ist.

Viel wichtiger als diese Ähnlichkeit der Zellanordnungen, die durchaus nicht auf die Corallineen allein sondern eigentlich nur auf die Algennatur der Solenporen im allegemeinen hinweist, ist die Tatsache, dass die Zellwände perforiert sind. Diese Eigentümlichkeit gibt den Solenporen in Verbindung mit der Gleichartigkeit des Zellbaues allerdings eine sehr auffällige Ähnlichkeit mit den jüngeren Lithothamnien und lässt die Vermutung eines phylogenetischen Zusammenhanges beider in einem recht günstigen Lichte erscheinen. Um den Vergleich dieser beiden Genera zu erleichtern, habe ich zwei Bilder von *Lith. nummuliticum* aus dem Eocän des Kressenberges (Bayern) gegeben. Im Tangentialschnitt ist die Ähnlichkeit der polygonalen Zellen sehr gross, im Radialschnitt hingegen wird dieselbe dadurch beeinträchtigt, dass die Querwände der Zellen bei Lithothamnium stets sehr kräftig entwickelt sind und

ebenso deutlich wie die Längswände hervortreten. Auch mit Bezug auf die Poren bestehen nicht unerhebliche Differenzen insofern als dieselben bei *Lithothamnium* so fein sind, dass sie für gewöhnlich in Dünnschliffen gar nicht sichtbar werden, weil letztere noch immer dazu viel zu dick sind. Bei *Solenopora* (mit Ausschluss natürlich der *Solenoporella jurassica*) hingegen waren diese Poren jedenfalls sehr gross.

Eine weitere Ähnlichkeit kann in der Anordnung der konzentrischen Zellreihen gefunden werden, wobei der Vergleich allerdings einstweilen nur auf *S. compacta*, *S. lithothamnioides* und *S. gotlandica* beschränkt bleiben muss. Auch die diskordante Auflagerung neuer Zellreihen, wie ich sie bei *S. gotlandica* ausführlich beschrieben habe, ist bei den Lithothamnien eine wohlbekannte Erscheinung (Taf. 4, Fig. 6), aber während bei den Lithothamnien in der Regel die neue Lage durch die Entwickelung eines eigenartigen Gewebes (Markgewebe oder Hypothallium) eingeleitet wird, in dem die Zellen meist länger als gewöhnlich und in lebhafter Vermehrung durch Dichotomie sind, fehlt das oder ist doch nur ganz schwach bei *Solenopora* angedeutet, wo dieser Dimorphismus (Hypo- und Perithallium oder Mark- und Rindengewebe) noch nicht zu scharfer Entfaltung gekommen ist.

Ein neues Bindeglied endlich stellen die Sporangien dar, welche wenigstens bei den Archaeolithothamnien und bei *Sol. gotlandica* eine ähnliche Form besitzen. Da wie dort sind sie schlauchförmig und liegen isoliert im sterilen Gewebe. Dass sie bei der gotländischen Art nicht so massenhaft zusammengruppiert sind wie bei der Kressenberger Art, auch in den Konturen etwas abweichen, ist von nebensächlicher Bedeutung.

Wir kommen also zu dem Schlusse, dass zwischen dem silurischen Genus *Solenopora* und dem erst in der Kreide auftretenden *Lithothamnium* eine auffällig grosse Ähnlichkeit besteht. Man kann diese Tatsache zu zwei verschiedenen Schlussfolgerungen benutzen. Der ersteren hat schon Al. Brown das Wort geredet, indem er in den Solenoporen die Vorläufer der Lithothamnien vermutete. All die im Vorausgehenden hervorgehobenen Unähnlichkeiten wären damit auf phylogenetische Entfaltung zurückzuführen. Die Vorfahren standen nicht nur in histologischer (Fehlen von zweierlei Gewebearten) sondern auch in geschlechtlicher Beziehung auf einer tieferen Stufe. Die Sporangien der Solenoporen wären damit Organe der ungeschlechtlichen Fortpflanzung und den Tetrasporangien der Florideen gleich zu setzen, während von eigentlicher geschlechtlicher Vermehrung und Entfaltung einer zweifachen Generation noch nichts zu bemerken ist. Hindernd steht dieser Betrachtungsweise einstweilen allerdings die schwerwiegende Tatsache entgegen, dass aus dem langen Zeitraum von Devon bis Jura noch gar keine Spuren bekannt geworden sind, welche als Vermittler für diesen phylogenetischen Zusammenhang gelten könnten. Die *Solenopora jurassica* muss dabei durchaus ausgeschaltet werden und so bleibt nichts anderes übrig als einstweilen mindestens das non liquet auszusprechen.

Wer aber annehmen zu dürfen glaubt, dass diese fehlenden Zwischenstufen, wenn sie überhaupt existiert hätten, schon längst bekannt sein müssten — eine Annahme, der ich jedoch nicht allzuviel Kredit geben möchte — der kann aus dem Vorausgebenden den andern Schluss ziehen, dass in den Solenoporen sich Formen

entwickelt haben, die in der Silurzeit eine grosse Verbreitung hatten, dann aber verschwunden sind und dass viel später etwa in der Kreidezeit ein neuer Spross des Algenstammes auftrat, in dem aus gleichen Bedürfnissen heraus in mancher Beziehung ähnliche Formelemente sich wiederholten.

Wie man über diese Frage der Abstammung aber auch denken mag, so bleibt dieses doch als sichere Tatsache bestehen, dass die Lebensweise der beiden Genera eine gleiche war, dass sie gerne die Korallenriffe bewohnten, in Mengen zusammenlebten und oft geradezu gesteinsbildend waren und dass die Lithothamnien jedenfalls die Rolle im Haushalt der Natur übernommen haben, welche früher die Solenoporen darin gespielt hatten.

III. Spongiostroma, ein fossiles Hydrozoen-Genus.

Taf. 5, Fig. 3—6; Taf. 6, Fig. 1—6.

Knollen, die man leicht mit denen von *Sphaerocodium* und *Solenopora* verwechseln könnte, liegen mir von Gotland und ebenso von der Insel Oesel vor. Auch bei ihnen erkennt man wie bei *Sphaerocodium* beim Durchschlagen, dass es Inkrustationen vorwiegend tabulater Korallen sind und so zeigen sie auch die charakteristische zonale Struktur. Das vollständige Fehlen hingegen einer radialfaserigen Struktur unterscheidet sie gut von *Solenopora.* Im Dünnschliffe sucht man vergebens nach den zierlichen Fäden der *Sphaerocodien,* statt dessen gewahrt man in schwach durchsichtigem Felde helle fleckenartige Partien von sehr verschiedenartiger Form und Grösse, die sich teils ganz unregelmässig ausbuchten und mit ihren Vorsprüngen gegenseitig verbinden, teils wurmförmige Gestalt annehmen, sich nach den verschiedensten Richtungen hin verzweigen und untereinander zusammenhängen. Bald sind sie richtungslos wirr durch einander geschlungen, bald kann man eine gewisse Orientierung in zum ganzen Knollen tangentialer und radialer Richtung erkennen.

Nicht nur in den verschiedenen Schliffen, sondern schon in ein und demselben Schliffe innerhalb der verschiedenen konzentrischen Lagen wechseln diese Bilder ungemein häufig und rasch, so dass es sehr schwer fällt, eine zutreffende Vorstellung von dem Bauplane zu gewinnen. Dazu kommt, dass ganz gewöhnlich fremde Organismen auch in den konzentrischen Lagen mit eingeschlossen sind und nicht immer leicht als fremde Bestandteile zu erkennen sind. Bilder wie sie Fig. 3 bis 5 auf Taf. V. geben, gemahnen an die gewundenen dicken Zellfäden des *Sphaerocodium gotlandicum,* aber bei genauerem Zusehen unterscheiden sie sich von ihnen erstens dadurch, dass sie sich nicht nur wie jene in einer, sondern gleichzeitig nach den verschiedensten Richtungen hin verzweigen und mit den anderen zusammenhängen, also ein richtiges, wenn auch unregelmässiges Gitterwerk bilden. Zweitens fehlen ihnen die scharfen Konturen, welche die Zellfäden von *Sphaerocodium* umsäumen und drittens unterliegen ihre Breitedimensionen fortwährend einem grossem Wechsel. Alle diese Eigenschaften machen es unmöglich, in diesen Gebilden die Spuren pflanzlichen Gewebes zu ver-

muten. Aber auch im Tierreich ist es nicht leicht, diese Dinge unterzubringen und einigermassen zutreffende Vergleichsmomente konnte ich nur bei den Hydrozoen auffinden und zwar bei den Milleporiden, Stylasteriden und Hydractinien.

Das Coenosark dieser Hydrozoen besteht aus einem Netzwerk vielfach verzweigter und zusammenhängender Röhren, die in ihrem Durchmesser erhebliche Verschiedenheiten zeigen. Nicht nur ist die Orientierung der Röhren eine wechselnde, sondern es laufen auch vielfach dickere und feinere Elemente durcheinander. Bei den Milleporiden geben die in das Coenosarkgeflecht eingesenkten Polypen den Coenosarkröhren eine bestimmte Orientierung, bei den ästigen Stylasteriden kommt noch die Orientierung nach der Längsachse der Äste hinzu.

Fig. 2 auf Taf. V gibt uns einen Längsschnitt parallel zur Achse eines Astes von einem grossen noch nicht genauer bestimmten Stylasteridenstock, den Prof. Haberer s. Z. für die Münchener zoologische Staatssammlung von Iterup Nakabasho (Japan) aus 100 m Meerestiefe heimgebracht hat. Die Coenosarkröhren erscheinen auf dem Bilde hell, das sie umgebende rotbraungefärbte kalkige Coenosteum dunkel. Die Achse des angeschliffenen Astes ist vertikal gestellt und dementsprechend sehen wir viele Röhren in der Richtung von oben nach unten verlaufen, während andere unter rechtem Winkel dazu gegen die Seitenränder des Astes hinziehen. Aber dazwischen gibt es noch zahlreiche andere, die beliebig gestellt sind. Auch mit Bezug auf ihre Dimensionen herrscht ziemliche Freiheit. Von den in das Coenosteum eingesenkten Wohnräumen (Gastro- und Dactyloporen) der Polypen ist in diesem Schliff nichts zu sehen, weil er absichtlich ganz aus der Mitte des dicken Astes genommen wurde, bis wohin die Poren nicht oder nicht mehr hereinreichen.

Wenn man nun dieses Bild mit dem darunter befindlichen (Fig. 4), welches aus einem Knollenschliff von Oesel stammt, vergleicht, so ist die Ähnlichkeit beider in die Augen springend mit Bezug auf die Umrisse der Formelemente und in Fig. 4 vermissen wir nur die rechtwinklige Orientierung derselben, wie sie in Fig. 2 hervortritt. Das hat aber seinen Grund darin, dass die Spongiostromen keine freien Äste bilden, sondern knollenartige Inkrustationen. Fig. 3 u. 5 geben uns Bilder in mehr als dreimal so grosser Vergrösserung, die eine ausgesprochene Orientierung der Formelemente in der Richtung der konzentrischen Inkrustationslamellen erkennen lassen. In Fig. 3 sehen wir zugleich wie die Coenosarkröhren sich auf der rechten Seite des Bildes direkt auf die noch hereinragenden Kelche einer tabulaten Koralle aufsetzen. In tangentialen Schliffen (Fig. 1, 2 u. 5 der Taf. VI) verschwindet natürlich diese lamellöse Anordnung im Coenosark und wir sehen grosse und kleine, röhrenförmige und unregelmässige Formelemente in scheinbar ganz ungesetzlichem Durcheinander.

Während bei der Stylasteride (Fig. 2) die Coenosarkröhren leer sind und deshalb auf der Photographie ganz hell erscheinen, sind sie bei den Sprongiostromen stets durch ein Aggregat von Calcitkrystallen ausgefüllt ähnlich wie dies bei den Zellfäden der Solenoporen und Sphaerocodien der Fall ist. Das Coenosteum der Stylasteride besteht aus Calcitkörnern von solcher Grösse, dass sie den Zwischenraum zwischen zwei benachbarten Coenosarkröhren meist bequem ausfüllen können. Bei

den Spongiostromen hingegen ist es stets aus winzigen Körnern zusammengesetz, deren Durchmesser nur einige μ gross ist. Man kann sie auf Fig. 3 u. 5 Taf. V und Fig. 2 u. 6, Taf. VI ganz gut erkennen und zugleich auch die eigentümliche Art, wie sie aneinandergereiht sind. Diese Aggregate sind nämlich nie ganz gleichmässig entwickelt, sondern von dunkleren punktförmigen bis linienartig ausgedehnten und dann netzförmig verzweigten Partien durchsetzt, die aber gegen die helleren Partien in keiner Weise scharf abgegrenzt sind, sondern gewissermassen in sie verfliessen. Wahrscheinlich sind sie die Stellen, von wo aus das Coenosteum zuerst ausgeschieden wurde, und insofern könnte man sie mit der dark line der Korallenskelete vergleichen.

Wenn auch bei einigen *Millepora*-arten (z. B. nach den mir vorliegenden Schliffen bei *M. alcicornis* und *M. Solanderi*) im Coenosteum die sonst so grosskörnige Struktur einer feinkörnigeren Platz macht, wodurch die Verschiedenartigkeit mit dem Coenosteum der Spongiostromen etwas verringert wird, so fand ich ein mit letzterem wirklich vergleichbares Coenosteum doch nur bei den Hydractinien. Die pal. Staatssammlung besitzt eine Anzahl von Dünnschliffen durch *Hydractinia calcarea* und *H.* »*pliocaena*» (wahrscheinlich *Michelini!*) also Arten, die sich von den anderen dieses Geschlechtes durch ein kalkiges Coenosteum auszeichnen, das ebenfalls aus einem sehr feinkörnigen Kornaggregat besteht, das von dunkleren Partien durchzogen wird.

Wir kommen also zum Schlusse, dass Spongistroma mit Bezug auf seine Coenosarkentwicklung den Hydrocorallinen, in der Struktur des Coenosteums hingegen den Hydractinien näher steht. Mit letzteren hat es auch noch das Fehlen von im Coenosteum eingesenkten, mit Tabulæ und Säulchen versehenen Poren und die Interlaminar-Räume gemeinsam, wenn anders es erlaubt ist, in den grösseren unregelmässigen Hohlräumen, die mit dem wurmförmigen Coenosark abwechseln, Analoga jener für die Hydractinien so charakteristischen Bildungen zu sehen.

Es empfiehlt sich deshalb zunächst Spongiostroma in die selbständige Familie der Spongiostromiden einzureihen. Ich habe schon eingangs erwähnt, dass die von Gürich beschriebenen Formen aus dem Carbon Belgiens mit den silurischen Knollen eine unverkennbare generische Ähnlichkeit besitzen. Es genügt ein sorgfältiger Vergleich mit seinen Abbildungen, um dies als Tatsache festzustellen. Ich will deshalb darauf hier nicht näher eingehen, sondern nur bemerken, dass es mir keineswegs ausgeschlossen erscheint, dass Gürich später aus seiner Familie der Spongiostromiden manches wird ausstossen müssen, was sich ohne Berechtigung darin eingeschlichen hat, weil nicht immer genügend dünne Schliffe gemacht werden konnten. Ob sich die 5 unterschiedenen Genera werden aufrecht erhalten lassen, kann ich nicht beurteilen. Es ist dies aber auch für die silurischen Formen gleichgültig, da sie sich ohne Zwang nach der von Gürich gegebenen Definition in das Genus *Spongiostroma* einreihen lassen und diese Aufnahme und die ganze Beurteilung der Spongiostromiden sich sehr wohl von der Stercom-Theorie frei halten lässt, der ich nur wenig Liebe entgegenbringen kann.

1. **Spongiostroma balticum** n. sp.

Taf. 5, Fig. 3—4; Taf. 6, Fig. 3.

Bei der grossen Unregelmässigkeit in der äusseren Form der Kugeln und in ihrer inneren Struktur ist es sehr schwer, bestimmte Anhaltspunkte für die Unterscheidung von Arten zu gewinnen und lange Zeit erschien mir als der sicherste Weg der, alles bei einer Art zu belassen. Als ich dann aber die photographischen Bilder ohne Rücksicht auf die Knollen, von denen sie abgenommen waren, nach der Grösse der inneren Formelemente in zwei getrennte Gruppen bringen konnte, ergab es sich, dass diese Trennung auch mit der Trennung in ihrem örtlichen Vorkommen zusammenfiel. Von dem Unterschied beider Gruppen, die ich als Arten beschreiben werde, gibt uns die Gegenüberstellung der Fig. 4 u. 6 sowie 3 u. 5 bei je gleicher Vergrösserung auf Taf. V eine gute Vorstellung. Wir gehen dabei aus von den wurmförmigen Coenosarkröhren, weil die grösseren Hohlräume wegen ihrer Unregelmässigkeit von vornherein für eine Artunterscheidung unbrauchbar erscheinen. Da ergibt sich nun, dass die Röhren in den einen Knollen durchschnittlich einen grösseren Durchmesser haben als bei den anderen. Mit diesem Unterschied fällt aber gleichzeitig noch ein anderer zusammen. Die grösseren Röhren sind durch ein verhältnismässig schwaches Coenosteum von einander getrennt, die feinen durch ein dickes.

Zu der ersten Gruppe, deren Röhren bis 50 μ im Durchmesser haben, gehören die bis apfelgrossen Knollen von Ronehamn auf Gotland. Ich bezeichne diese Gruppe als *Spongiostroma balticum* und habe sie in Fig. 3 u. 4 Taf. V und Fig. 3 Taf. VI abgebildet.

2. **Spongiostroma Holmi** n. sp.

Taf. 5, Fig. 5—6; Taf. 6, Fig. 1—2, 4—6.

Hierzu gehören die Knollen von Lettenholm auf Oesel und von Bingerskvarn bei Visby und Hangvar auf Gotland. Ich habe sie auf Fig. 5 u. 6, Taf. V und Fig. 1—6 (exkl. 3) Taf. VI abgebildet. Die wurmförmigen Röhren erlangen hier nur etwa den halben Durchmesser derer von *Sp. balticum.*

Unterschiede im Wachstum der Hydrozoen- und Kalkalgen-Knollen.

Es ist eine wohlbekannte Eigentümlichkeit der knollenbildenden Lithothamnien, dass sie auf ihrer ganzen Oberfläche assimilierende und weiterwachsende Zellen tragen, obschon sie doch stets mit einer Seite auf dem Boden liegen und an diesen Stellen die Zellfunktionen ohne Zweifel Not leiden müssen. Nur teilweise kann zur

Erklärung dieser merkwürdigen Tatsache die Beobachtung herangezogen werden, die man bei an seichten Meeresstellen lebenden Lithothamnien machen kann, dass sie nämlich ganz locker dem Boden aufliegen und deshalb von den Wogen des Meeres und selbst von sich herumtreibenden grösseren Meerestieren leicht hin und hergerollt werden können, so dass keine Stelle ihrer Oberfläche lange in der ungünstigen Lage zu verharren gezwungen ist. Es gibt aber andere Knollen, die in tieferen Teilen des Meeres, wo die Wogen keine so bedeutende Wirkungen auszuüben imstande sind, leben und die mithin ihre Lage nicht so oft und rasch wechseln werden. Bei diesen wird infolgedessen immer ein Wachstumsstillstand oder mindestens eine Wachstumsverzögerung auf der Unterseite eintreten müssen. Verändert der Knollen dann aber wieder einmal seine Lage, so wächst von den noch lebenden Teilen aus eine dünne Hypothalliumlage über das tote Perithallium und erzeugt weiterhin eine neue Perithalliumschicht darüber, wie wir dies in Fig. 6 auf Taf. IV am oberen Rande deutlich erkennen können. Derselbe Vorgang kann sich natürlich auch an solchen Stellen abspielen, wo das Perithallium dadurch zum Absterben gebracht worden ist, dass sich ein pflanzlicher oder tierischer Schmarozer (Bryozoe, Koralle etc.) darauf angesiedelt hat, nach einiger Zeit aber selbst zum Absterben gekommen ist. Dieser Fremdkörper wird dann auch von der Seite her von einem Hypothalliumlager überwuchert, das alsbald ein neues Perithallium erzeugt und so den Fremdkörper völlig in den Algenkörper einschliesst.

Ganz dieselben Erscheinungen haben wir bei den Sphaerocodien und bei Solenopora kennen gelernt und die gegebenen Abbildungen liefern dazu vielfache Beispiele.

Die Spongiostromen schliessen ebenfalls Fremdkörper ein und die Diskordanzen, die stellenweise recht auffällig zwischen den übereinandergeschichteten Coenosarklagen hervortreten, beweisen, dass das Oberflächenwachstum bei diesen Tierkolonien kein allseitiges und ununterbrochenes gewesen sein kann. Die eingeschlossenen Fremdkörper sind entweder nur Fragmente von Tieren, die offenbar nur zufällig und in ganz passiver Weise auf die Oberfläche der Kolonie zu liegen kamen und dann umwachsen wurden,[1] oder aber es sind Röhren von *Aulopora*- oder *Syringopora*-artigen Tabulaten mit scharf umgrenzten Kalkhüllen, die wahrscheinlich durch eine Art von Symbiose mit der Hydrozoenkolonie vereint waren und deren Röhren im Längenwachstum gleichen Schritt mit dem Dickenwachstum der Kolonie hielten. Es ist wohl dieselbe Erscheinung, die man schon längst bei den Stromatoporen beobachtet hat und die zur Aufstellung des Namens *Caunopora* führte (siehe Fig. 1 u. 5 auf Taf. VI). Dass sich auf den Spongiostromen nicht so leicht wie bei den Kalkalgen fremde Tiere oder Pflanzen ansiedeln konnten, ist bei der stärkeren Empfindsamkeit und Wehrhaftigkeit dieser Organismen leicht verständlich. Es darf auch nicht übersehen werden, dass die Diskordanzen innerhalb der Schalenschichten bei den Spongiostromen eine etwas andere Form haben wie bei den Kalkalgen. Sehr lehrreich ist

[1] So möchte ich mir auch das Vorkommen dunkler eiförmiger Körper in *Spongiostroma ovuliferum* und *Chondrostroma problematicum* GÜRICH erklären.

Fig. 3, Taf. VI. Die tabulate Koralle wurde anfangs von der Hydrozoenkolonie nicht allseitig, sondern nur zur Hälfte überdeckt. Nachdem diese eine Dicke von 6 mm erreicht hafte, trat eine Wendung ein und die Kolonie schob sich langsam nach links herum und bedeckte Teile des vorher noch freien Korallenstockes, während rechts Teile ihrer eigenen Oberfläche ihr Wachstum einstellten. Diese Drehung dauerte solange, bis endlich die belebte Oberfläche ziemlich genau die entgegengesetzte Seite des Korallenstockes einnahm.

Wir können daraus den Schluss ableiten, dass die Seite, mit welcher diese Hydozoenknollen auflagen, stets ihr Dicken-Wachstum einstellte und es ist das bei Berücksichtigung der grossen Empfindsamkeit der lebenden Hydrozoen leicht verständlich. Auch hierin liegt also ein wesentlicher Unterschied zwichen diesen und den Knollen der Kalkalgen, der, wenn er sich durch weitere Untersuchungen an einem grösseren Material, als es mir zur Verfügung stand, als ein konstanter erweisen sollte, zugleich ein vorzügliches Merkmal abgeben könnte, um die tierische oder pflanzliche Natur dieser Knollen auch ohne Anfertigung von Dünnschliffen zu bestimmen.

Makroskopische Unterscheidung der Knollen.

Nachdem ich durch die mikroskopische Untersuchung die Bestimmung der einzelnen Knollen durchgeführt hatte, machte ich den Versuch, die mir übrig gebliebenen Reste dieser Knollen auch ohne Hilfe des Mikroskopes zu bestimmen. Um mich vor Selbsttäuschung zu schützen, nahm ich die Knollen vor, ohne die Etiketten anzusehen, auf denen übrigens nur die Fundorte geschrieben standen.

Die *Solenopora*-knollen sind schon mit blossem Augen an der feinen Faserung, die durch die radialen Zellfäden verursacht wird, von allen anderen sicher zu unterscheiden. Für die übrigen braucht man frischen Bruch, eine Lupe und verdünnte Salzsäure. Bei schwachem Anätzen löst sich der lichte Calcit, der die Röhren ausfüllt, leichter als die Wandungen. Im Querbruch treten die wurmförmigen Röhren der Spongistromen alsbald hervor, und auch die grösseren »Interlaminar-Räume»(?). Auf der Oberfläche des Knollens, die, wie es scheint, schon immer etwas abgerollt war, als die Knollen in den Kalkstein eingebettet wurden, die infolgedessen abgerundet ist und allenfalls vorhanden gewesene Stacheln oder Höcker nicht mehr besitzt, erscheinen sofort rundliche Vertiefungen, die Ausmündungsstellen der grösseren Röhren, und dazwischen sieht man noch feinere Punkte und kurze Linien, die den feineren Röhrchen entsprechen. Die grösseren Vertiefungen liegen ziemlich unregelmässig verteilt und es ist nicht möglich, darin Gruppierungen zu erkennen von der Art wie sie die Gastro- und Dactyloporen bei den Hydrocorallinen besitzen. Jedenfalls entsprechen sie dem Austritte der »Interlaminar-Räume» an der Oberfläche. Nach der Grösse der wurmförmigen Röhren konnte ich sogar noch mit der Lupe die beiden Arten Holmi und balticum trennen.

Andere Knollen liessen eine Aufhellung ihrer Struktur auf diesem Wege nur in einzelnen Lagen zu und ich erkannte in ihnen die grösseren Zellfäden der Sphaerocodien.

Als ich dann die Etiketten konsultierte, stimmten alle diese Bestimmungen vollkommen mit den mikroskopischen überein.

TAFELERKLAERUNG.

Tafel 1.

Figur 1. **Girvanella problematica** Nicholson, aus dem unteren Silur von Airshire in Schottland, in 42 facher linearer Vergrösserung. Die dichotome Verzweigung der Zellfäden ist mehrfach sichtbar.

Figur 2. **Sphaerocodium Bornemanni** Rothpletz, aus den Cassianer Schichten (obere alpine Trias) von St. Cassian in Südtirol, in 44 facher Vergrösserung. Zellfäden dreimal feiner als in Fig. 1. Dazwischen einzelne breitere, z. T. schlauchförmig anschwellende Fäden. Im Geflecht sind besonders am rechtsseitigen Rande Fremdkörper eingeschlossen.

Figur 3. Dieselbe Art aus den Raibler Schichten vom Erlsattel im Karwendelgebirge (bayrische Kalkalpen) in 13 facher Vergrösserung. Fünf verschieden grosse Sphaerocodien-Knollen, früher als Oolithe bezeichnet, liegen im Kalkstein eingebettet. Um Fremdkörper hat sich die Kalkalge in konzentrischen Lagen angesiedelt. Das feinere Geflecht ist bei dieser schwachen Vergrösserung nicht so deutlich wie die schlauchförmigen Anschwellungen zu erkennen.

Figur 4. Dieselbe Art von ebenda, in 47 facher Vergrösserung. Die feinen Fäden sind nicht wie bei Fig. 2 mit reinem Calcit sondern mit einer dunklen eisenreichen Masse ausgefüllt und treten dadurch besonders deutlich hervor.

Figur 5. **Sphaerocodium gotlandicum** n. sp. aus dem Silur von Ronehamn auf Gotland, in 11 facher Vergrösserung. Peripherer Teil eines Knollens im Radialschliff. Ein linkseitig sichtbarer Tabulaten-Stock ist von feinem Geflecht umwachsen, von dessen Elementen die feinsten Fäden bei dieser Vergrösserung nur mit Mühe zu unterscheiden sind, während die gröberen, verschlungenen und vielfach verzweigten Fäden sehr deutlich sind.

Figur 6. Dieselbe Art von Hörsne auf Gotland, in 10 facher Vergrösserung. Der Schliff ist nicht genau radial orientirt.

Tafel 2.

Figur 1. **Sphaerocodium gotlandicum** von Ronehamn in 14 facher Vergrösserung. Zeigt neben einigen grösseren unregelmässigen Fremdkörpern vorzüglich die Anordnung und Häufigkeit der breiteren Zellfäden.

Figur 2. Dasselbe in 43 facher Vergrösserung. Der tangentiale Schliff zeigt besonders gut die fächerförmige Verzweigung der breiteren Zellfäden.

Figur 3. Ein ganzer Knollen dieser Art im Querschnitt und in natürlicher Grösse, von Ronehamn.

Figur 4. Dasselbe von ebenda im Radialschliff und in 43 facher Vergrösserung. Zeigt wie die breiten Zellfäden im Querschnitt in den konzentrischen Lagen erscheinen, und dient als Ergänzung zu Fig. 2.

Figur 5. **Solenoporella jurassica** Brown sp. (Emend. Rothpl.) aus dem Great oolite (mittlerer Dogger) von Yorkshire (England) in 42 facher Vergrösserung. Tangentialschliff.

Figur 6. Dieselbe. Radialschliff.

Tafel 3.

Solenopora compacta Billings spec. (Nicholson und R. Etheridge gen. 1885) aus dem Trenton-Kalk (Unter Silur) von St. Josephs Island, Canada.

Figur 1. Radialschliff in 12 facher Vergrösserung.

Figur 2. Tangentialschliff in 12 facher Vergrösserung.

Figur 3. Radialschliff in 43 facher Vergrösserung.
Figur 4. Tangentialschliff in 43 facher Vergrösserung.
Figur 5. Ebenso. mit »hellen Querbändern».
Figur 6. Ebenso. mit deutlichen Querwänden.

Tafel 4.

Solenopora gotlandica n. sp. aus dem Silur von Gammelhamn auf der Insel Fårö bei Gotland.

Figur 1, in 12 facher Vergrösserung. Der Schliff ist in der linken Hälfte radial, in der rechten tangential.

Figur 2, in 10 facher Vergrösserung. Radialschnitt mit einzelnen Schlauchzellen.

Figur 3, in 38 facher Vergrösserung mit 3 Schlauchzellen.

Figur 4, ebenso mit Querwänden und »hellen Bändern». Oben wie auch in Figur 2 die Anzeigen von zeitweiliger Wachstums-Unterbrechung.

Figur 5, in 130 facher Vergrösserung mit 2 Schlauchzellen.

Lithothamnium nummuliticum Gümbel.

Figur 6, aus dem mittleren Eocän von Kressenberg in Oberbayern in 43 facher Vergrösserung. Radialschliff mit Tetrasporangien reihenförmig im Gewebe verteilt. Oben Spuren zeitweiliger Wachstums-Unterbrechung und darauf folgende Ueberwucherung durch neugebildetes Hypothallium.

Tafel 5.

Figur 1. **Lithothamnium nummuliticum** Dasselbe wie in Fig. 6 Tafel 4. Tangentialschliff in 43 facher Vergrösserung.

Figur 2. Recenter **Stylasteriden-Ast** im Längsschliff und in 13 facher Vergrösserung, von Iterup Nakabasho (Japan). Die Coenosarkröhren sind hell, das rotbraun gefärbte kalkige Coenosteum ist dunkel.

Spongiostroma balticum n. sp. von Limmanda auf Oesel aus der oberen Oeselschen Schicht (K), nördliche gelbe Zone.

Figur 3. Radialschliff in 43 facher Vergrösserung. Die Coenosarkröhren sind hell. Am rechten Rand. ragt der Tabulaten-Stock herein, der von dem Hydrozoen-Stock überwuchert ist.

Figur 4. Dasselbe in 13 facher Vergrösserung zwischen den breiteren und schmäleren Coenosark-Röhren liegen einzelne unregelmässig konturirte grössere »Interlaminarräume».

Spongiostroma Holmi n. sp. von Lettenholm auf Oesel, aus der unteren Oeselschen Schichtgruppe (wahrscheinlich aus I an der Grenze gegen K).

Figur 5. Radialschliff in 43 facher Vergrösserung. Die Coenosarkröhren erheblich feiner als in Fig. 3.

Figur 6. Dasselbe in 13 facher Vergrösserung mit vielen »Interlaminarräumen». Links unten ein überwucherter Tabulaten-Stock.

Tafel 6.

Figur 1. **Spongiostroma Holmi** von Bingerskvarn bei Visby (Gotland) in 13 facher Vergrösserung, Tangential-Schliff.

Figur 2. Dasselbe in 42 facher Vergrösserung mit »Interlaminarräumen».

Figur 3. **Spongiostroma balticum,** ein ganzer Knollen in natürlicher grösse, von Limmanda zeigt die charakteristische Einseitigkeit der Zuwachszonen, die eine tabulate Koralle umhüllen.

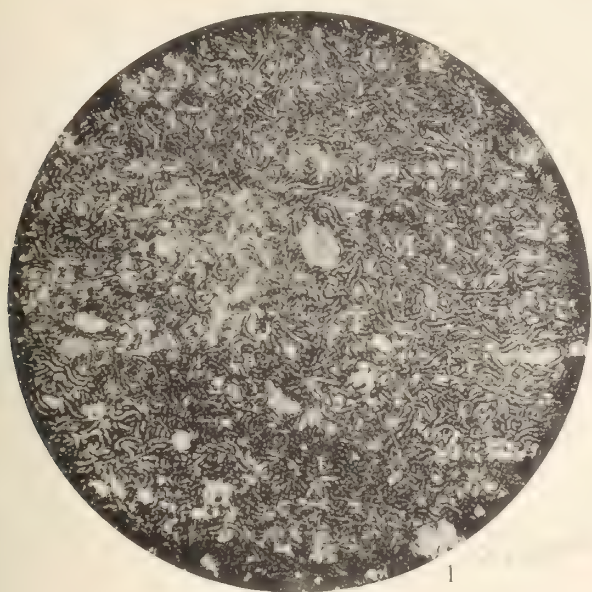
Figur 4. **Spongiostroma Holmi** von Hangvar auf Gotland in natürlicher grösse.

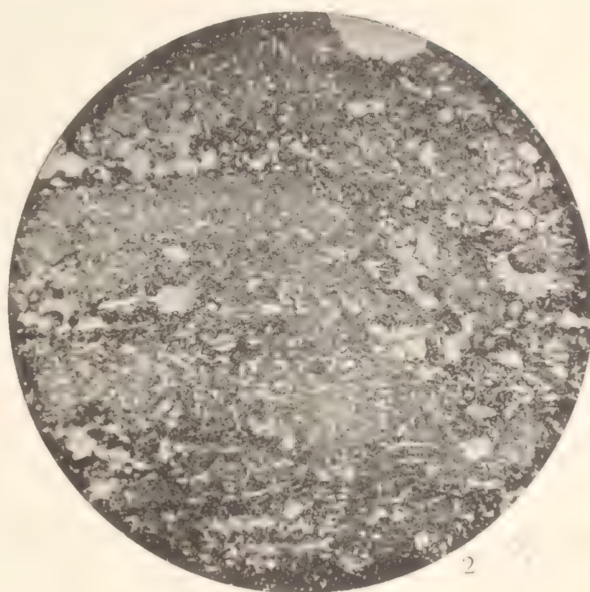
Figur 5. Dasselbe von Bingerskvarn in 13 facher Vergrösserung. Die Querschnitte auloporaartiger Röhren, die im Coenosteum liegen und gleichzeitig mit und in diesem fortwachsen (Symbiose) sind deutlich zu sehen (Caulopora-Stadium).

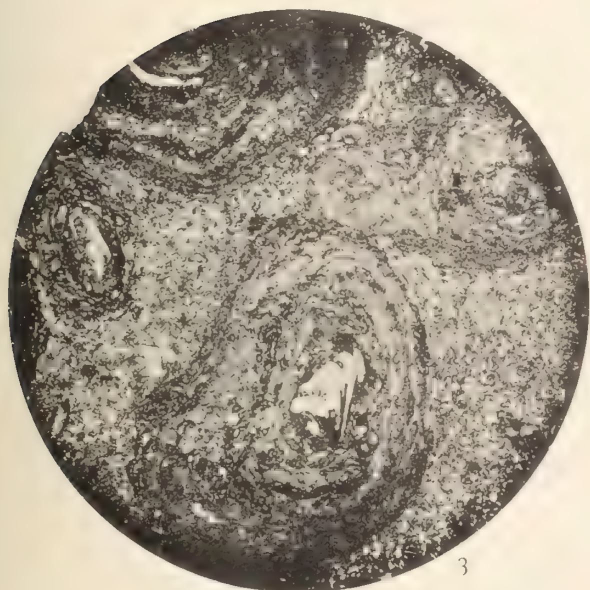
Figur 6. Dasselbe von Lettenholm in 12 facher Vergrösserung. Radialschliff mit »Interlaminarräumen».

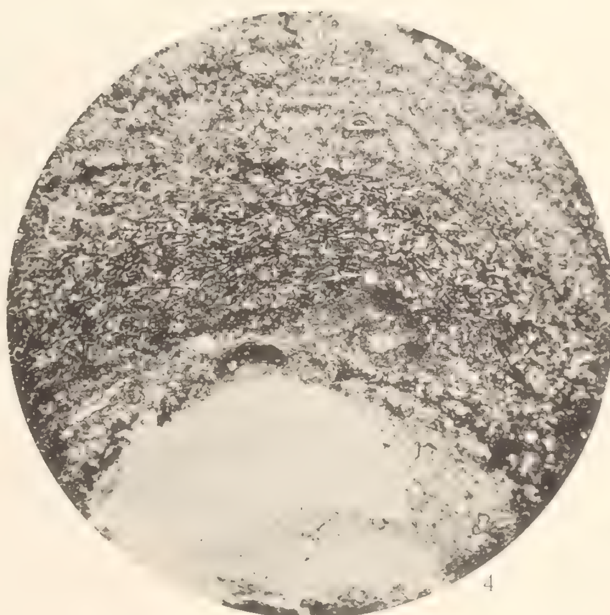
Tryckt den 5 september 1908.

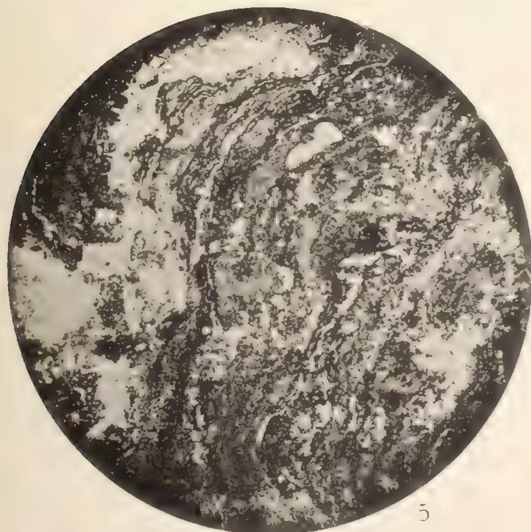
Uppsala 1908. Almqvist & Wiksells Boktryckeri-A.-B.

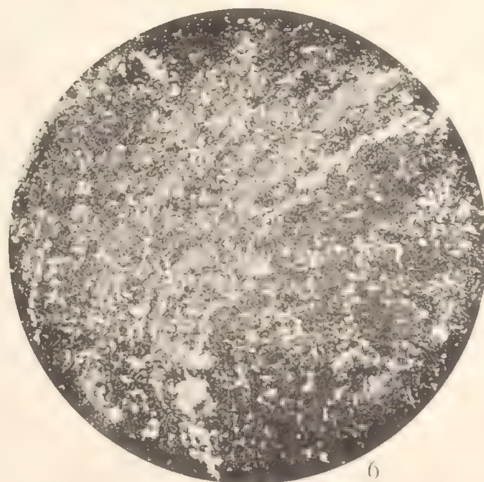

1


2

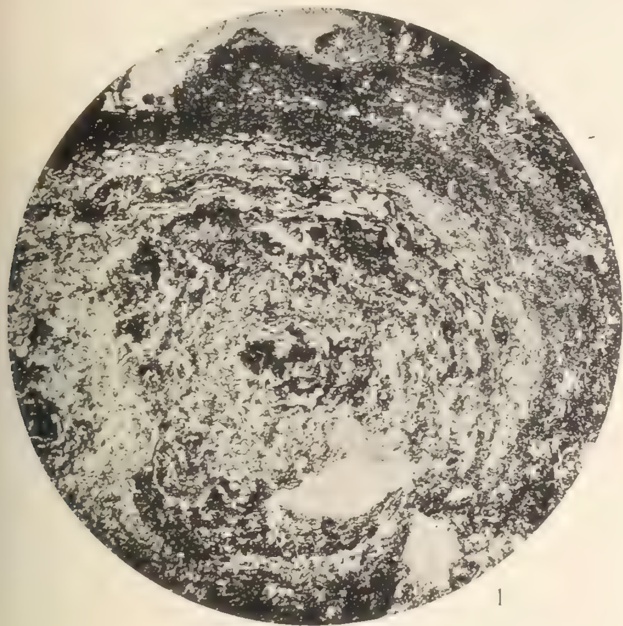

3


4

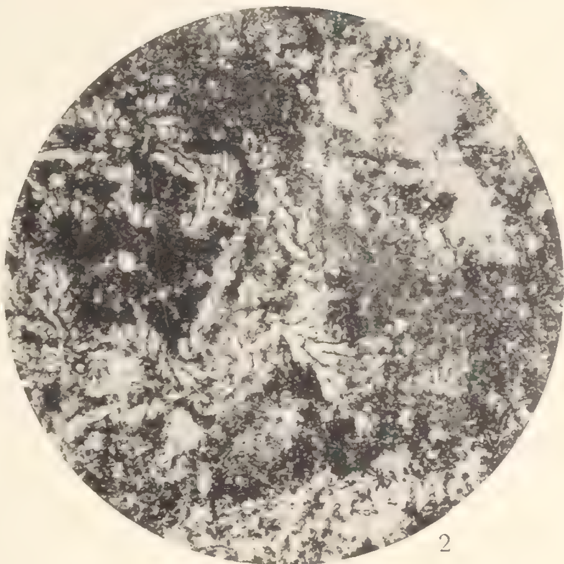

5


6

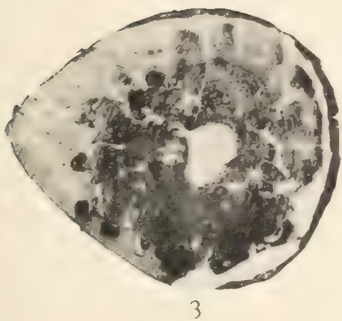
Ljustr. Cederquists Graf. A.-B., Sthlm.



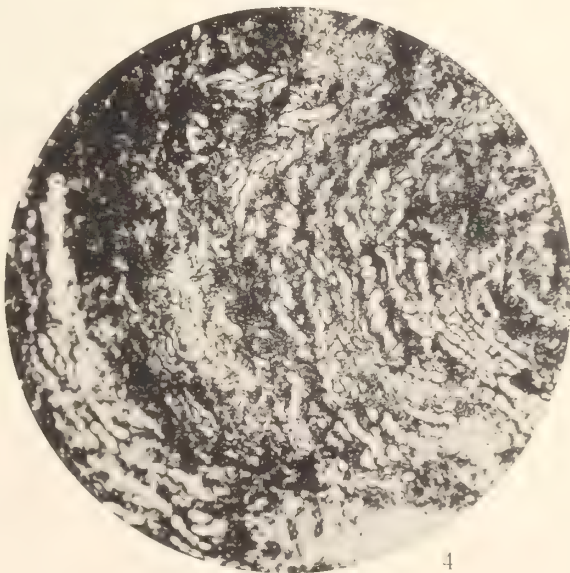
1



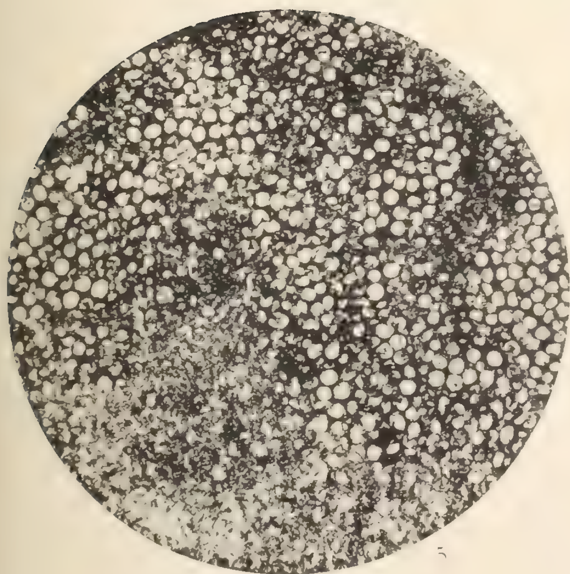
2



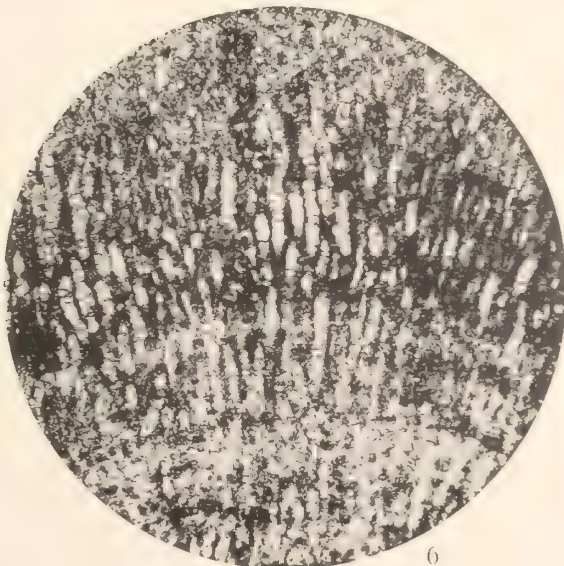
3



4

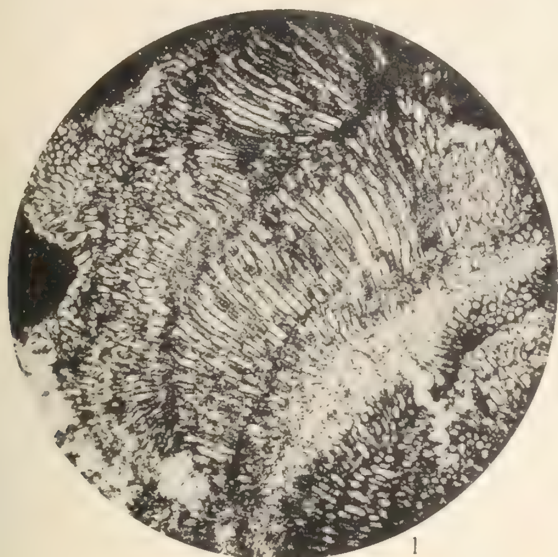


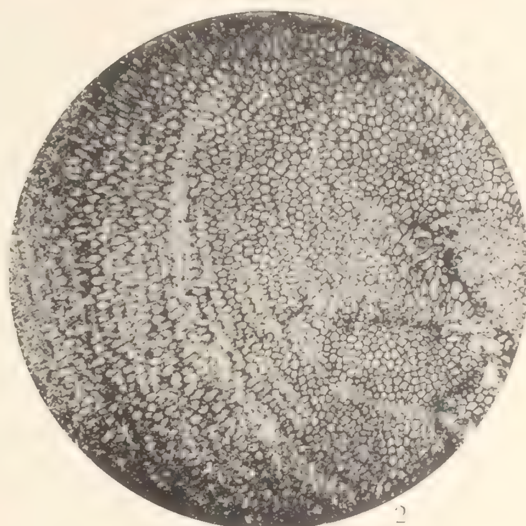
5

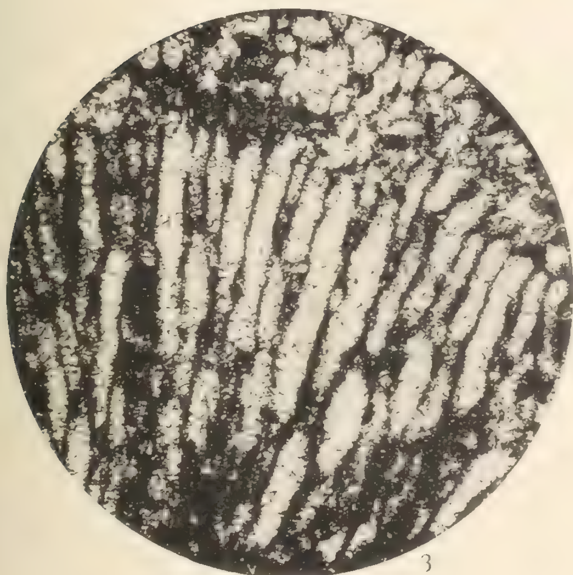


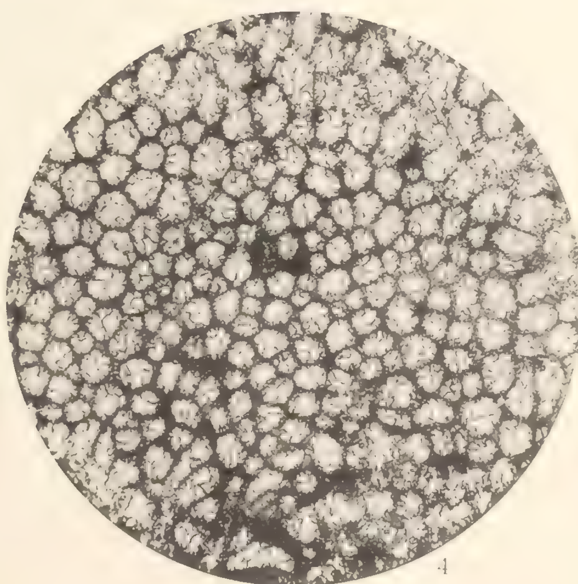
6

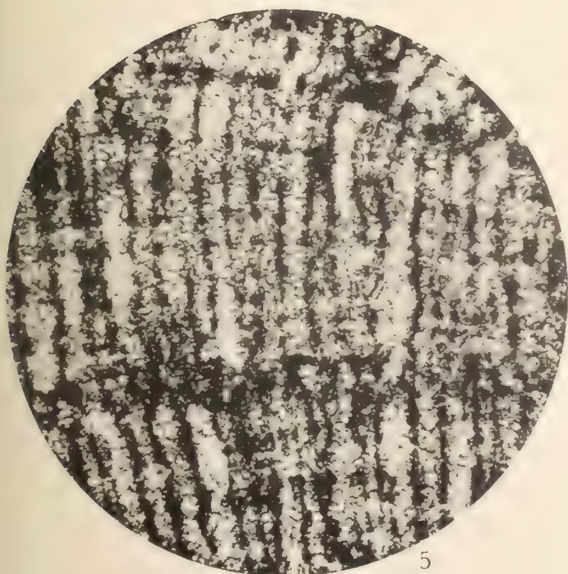
Ljustr. Cederquists Graf. A.-B. Sthlm

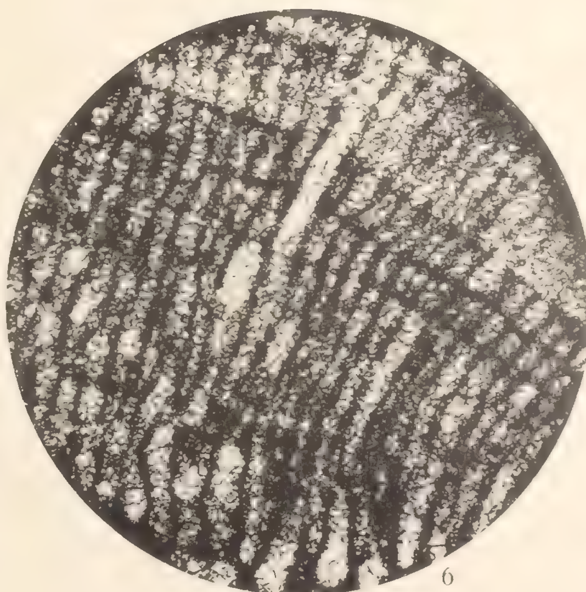

1


2

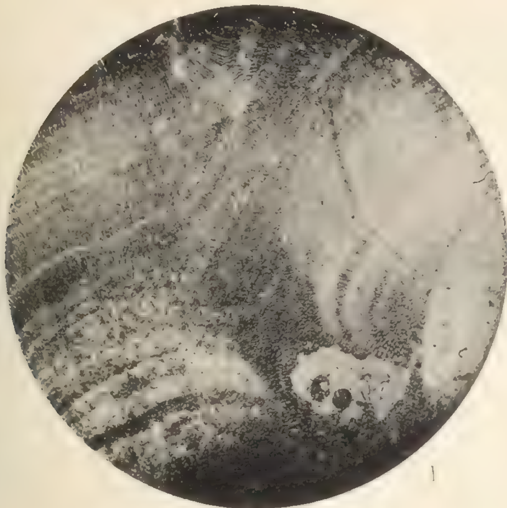

3


4

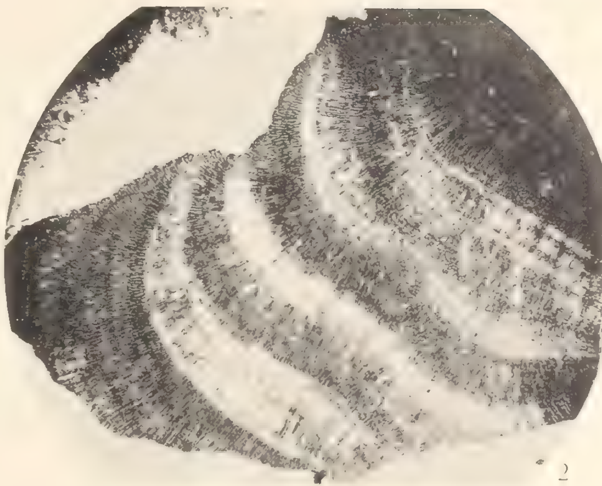

5


6

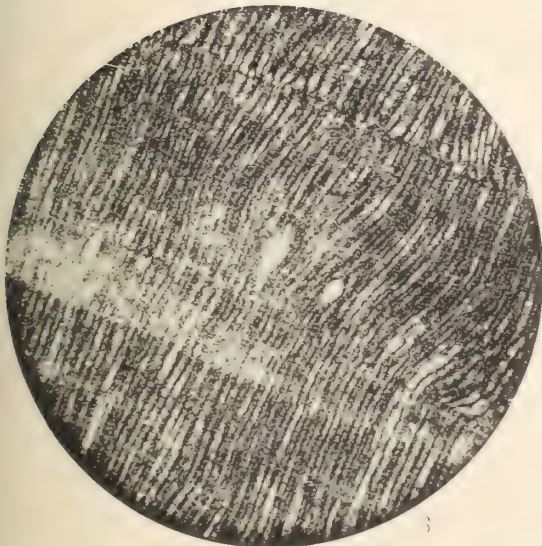
Ljustr Cederquists Graf. A.-B., Sthlm.



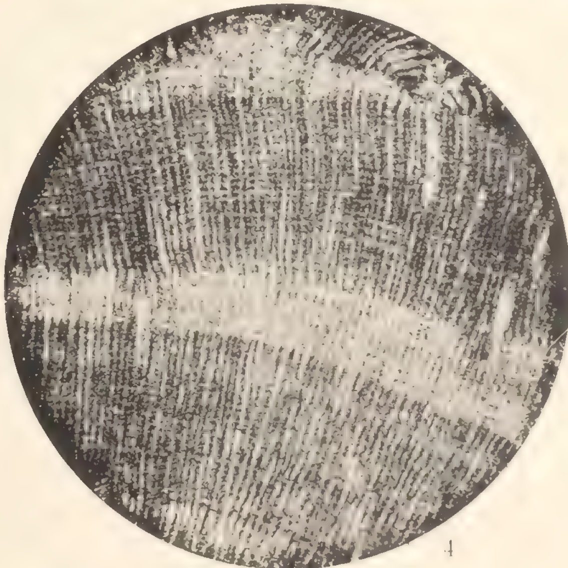
1



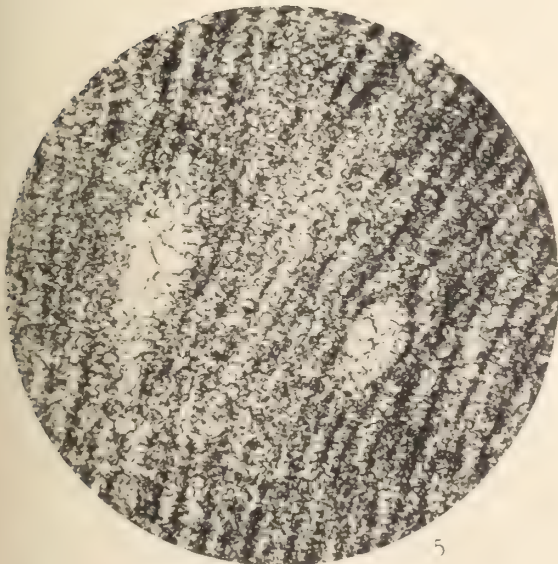
2



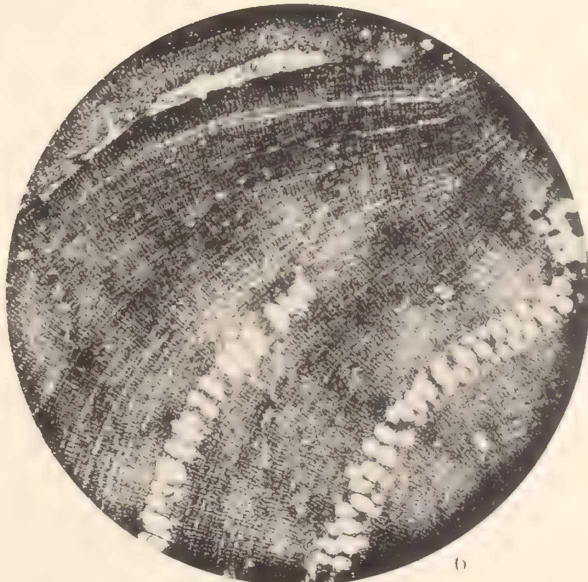
3



4



5

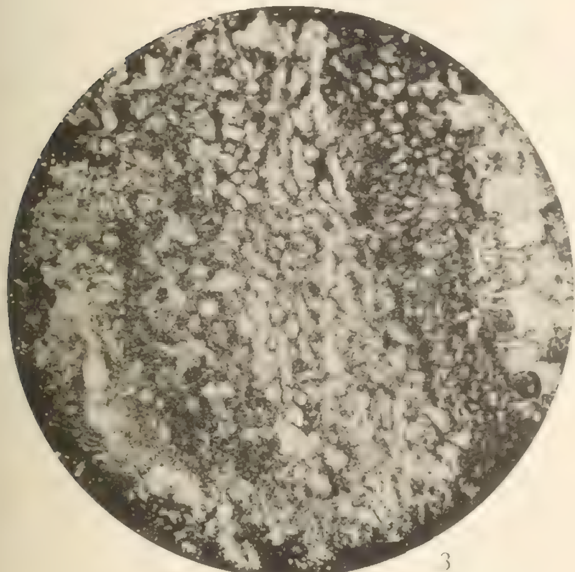


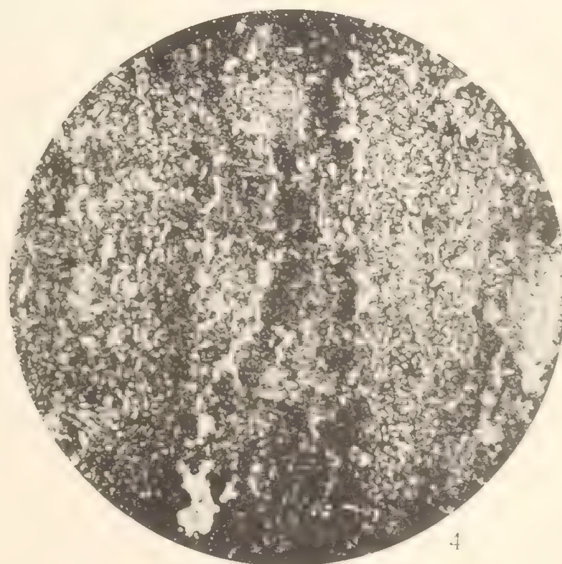
6

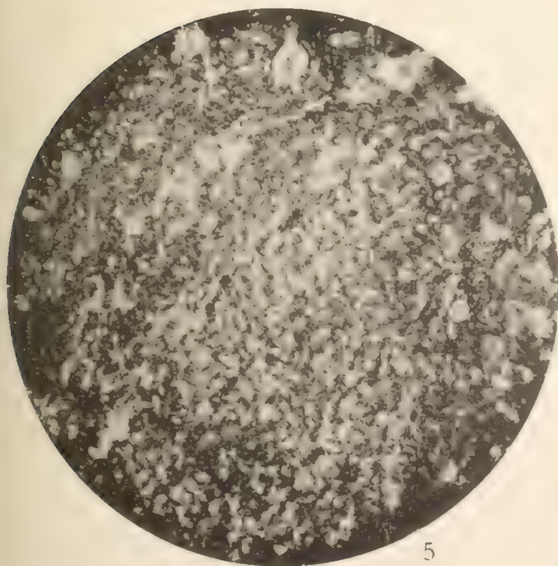
Ljustr. Cederquists Graf. A.B., Sthlm.

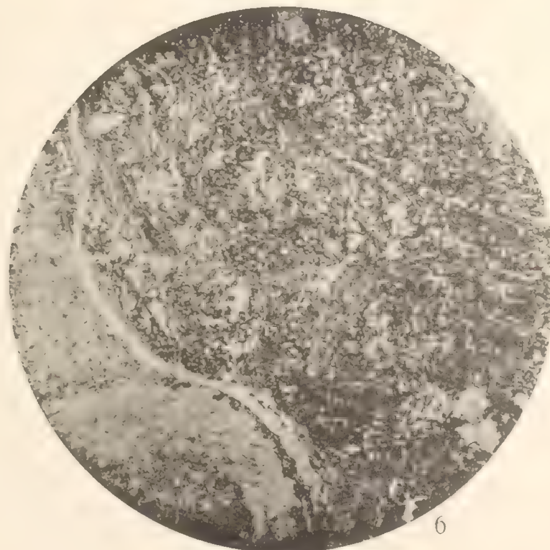

1


2

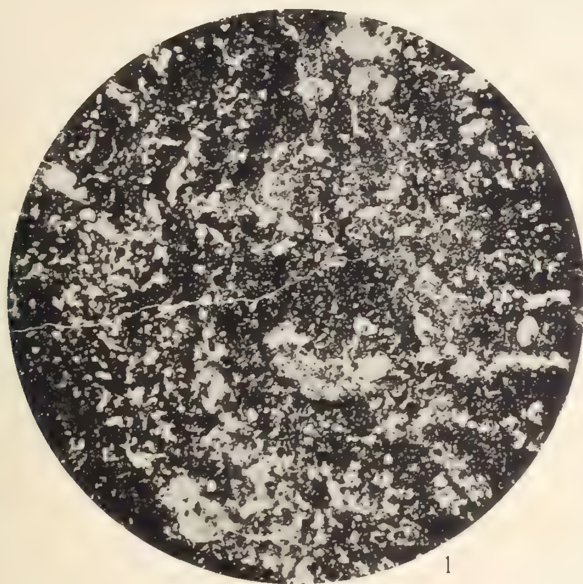

3

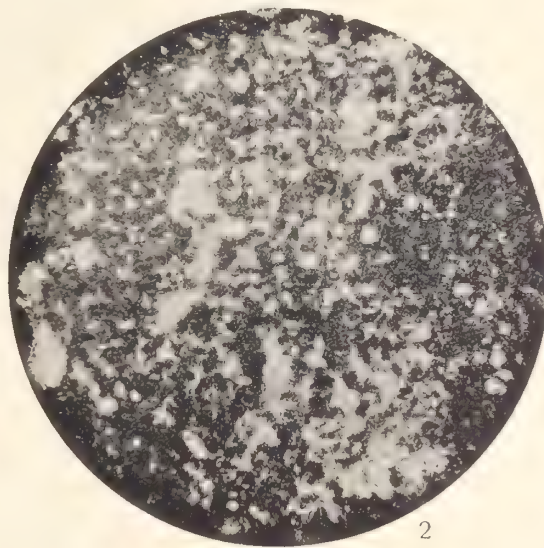

4

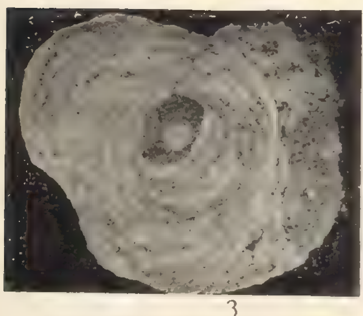

5

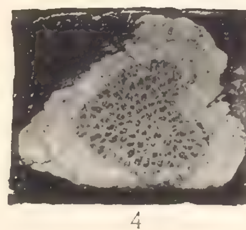

6

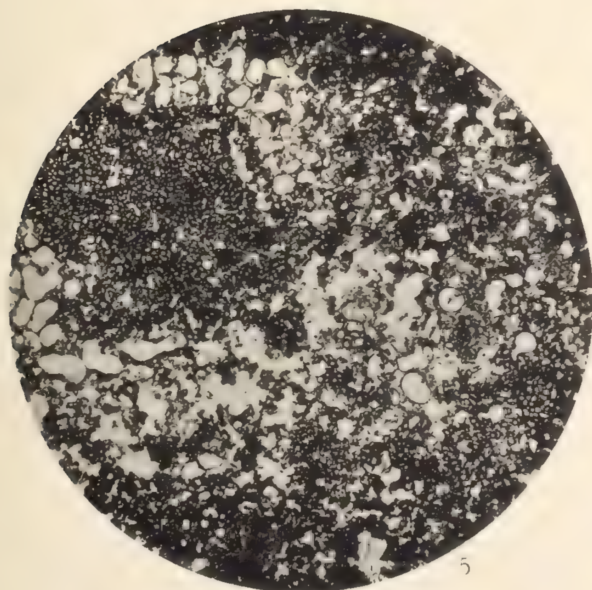
Ljustr. Cederquists Graf. A.-B Sthlm.

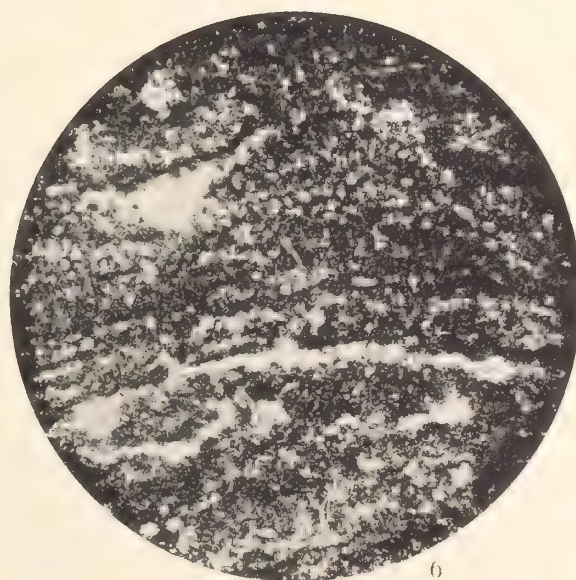

1


2


3


4


5


6

Ljustr. Cederquists Graf. A.-B., Sthlm.

KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 43. N:o 6.

PALÄOBOTANISCHE MITTEILUNGEN

4—6

VON

A. G. NATHORST

MIT 4 TAFELN UND 1 TEXTFIGUR

MITGETEILT AM 27. MAI 1908

UPPSALA & STOCKHOLM
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.
1908

4. Über die Untersuchung kutinisierter fossiler Pflanzenteile.

Taf. 1 und 2.

Die Paläobotaniker, die sich mit der Untersuchung mesozoischer Pflanzen beschäftigen, befinden sich insofern in einer ungünstigen Lage, als, mit Ausnahme von Baumstämmen und einigen Zapfenresten, strukturbietende Pflanzenteile zumeist fehlen. Die von Solms (1) untersuchten Reste aus Frans Josefs Land stehen daher ziemlich abgesondert da, und die Unzugänglichkeit besagten Landes hat zur Folge gehabt, dass die erteilten Aufschlüsse seither nicht verfolgt werden konnten, obschon die Auffindung und fernere Ausbeutung der die Pflanzenreste umschliessenden Schicht — die Gesteine sind bisher nur als lose Geschiebe gefunden worden — ganz gewiss neue und bedeutungsvolle Resultate gewähren würden.

Obgleich man also auf die Untersuchung wirklicher, strukturbietender Pflanzenversteinerungen meistens verzichten muss, hat man sich bekanntlich schon längst den kutinisierten Membranen der mesozoischen Pflanzen zugewendet, und zwar vor allem den Kutikulen der Blätter und Stämme sowie den Sporen der Pteridophyten.

Schon Bornemann hat in seiner Arbeit (2) über die organischen Reste der Lettenkohlengruppe Thüringens (1856) einige Kutikulen der betreffenden Ablagerung beschrieben, die durch Maceration der Blätter bei der Fossilwandlung eine derartige Erhaltung gewonnen hatten, dass sie ohne weiteres unter dem Mikroskop untersucht werden konnten. »Das ganze Verfahren», heisst es, »zur Gewinnung dieser von der Natur selbst gegebenen mikroskopischen Präparate der Epidermis fossiler Pflanzen besteht in der Ablösung derselben von den Thonschichten mittelst eines Spatels unter Wasser und Einschliessung der erhaltenen und von anhängendem Thon mechanisch gereinigten Membranen in heissem, flüssigem Canadabalsam zwischen zwei Glasplatten.» Der Wert der Arbeit Bornemanns wird leider durch den Umstand erheblich verringert, dass die kleinen von ihm beschriebenen Blattfragmente nicht bestimmten Arten zugeführt werden konnten.

Obschon der von Bornemann geschilderte Erhaltungszustand der Blattfossilien nicht vereinzelt geblieben ist, muss man sich bekanntlich in den weitaus meisten Fällen besonderer Präparationsmethoden bedienen, um für mikroskopische Untersuchung geeignete Präparate der Kutikula zu gewinnen.

AUG. SCHENK dürfte der erste sein, der die Herstellung mikroskopischer Präparate der Kutikula von verkohlten Blättern sowie der Sporen verschiedener Farne in umfassenderer Weise unternommen hat. Dies geschah vor allem bei seiner vorzüglichen und grundlegenden Beschreibung (3) der rhätischen Flora Frankens, aber auch in späteren Arbeiten benutzt er die Gelegenheit den Bau der kutinisierten Pflanzenteile nach Möglichkeit zu beschreiben. Ein anderer Forscher, dem wir viele ähnliche Untersuchungen verdanken, ist Zeiller. Nachdem er die fossilen Kutikulen (*Bothrodendron*) der Blätterkohle des Gouvernements Toula in Russland, sowie die Kutikulen von *Cycadopteris Brauniana* und *Frenelopsis Hoheneggeri* in einem besonderen Aufsatz (4), beschrieben hat, der gute Aufschlüsse über die chemische Behandlungsweise der Kutikulen enthält, ist er auch in späteren Arbeiten gelegentlich auf ähnliche Untersuchungen zurückgekommen. Von diesen will ich hier nur an seine schöne Flora der karbonischen und permischen Ablagerungen von Blanzy und Creusot (5) erinnern, wo die Kutikulen von gewissen *Pterophyllum*-Arten und *Pagiophyllum peregrinum* sowie die interessanten Mikro- und Megasporen von *Selaginellites Suissei* beschrieben werden.

Bei anderen Autoren wie Lindley & Hutton, Seward, Miss Stopes etc. finden sich auch einzelne Angaben über die Strukturverhältnisse der Kutikulen verschiedener Pflanzen mesozoischen Alters. Ich hatte selbst in den 1870:er Jahren Präparate der Kutikulen einiger rhätischen Ginkgophyten aus Schonen angefertigt, obschon die Resultate der damals ausgeführten Untersuchungen erst neuerdings nach Herstellung besserer Präparate veröffentlicht wurden (6). Als Dr Hj. Möller an der paläobotanischen Abteilung des Naturhistorischen Reichsmuseums in Stockholm als Amanuensis angestellt war, forderte ich ihn auf, ähnliche Untersuchungen auszuführen und stellte ihm umfassende Materialien verschiedener Blattfossilien zur Verfügung. Die zahlreichen von ihm angefertigten Präparate wurden zum grossen Teil gezeichnet, obschon sie infolge seiner Übersiedelung nach Svalöf und Kalmar und dadurch veranlasster anderer Arbeiten leider nicht beschrieben wurden. Bei der Herstellung der Präparate wurde von Möller anstatt der gewöhnlichen Behandlung mit chlorsaurem Kali und Salpetersäure meistens Bleichung mittels Eau de Javelle benutzt, eine Methode die ich später bei meinen eigenen Untersuchungen in mehreren Fällen mit Vorteil angewendet habe, obschon die Präparationsmethode selbstredend je nach der Beschaffenheit resp. dem Erhaltungszustande des Materials selbst eingerichtet werden muss. Einige Blätter werden z. B. von Eau de Javelle nicht in nennenswerter Weise angegriffen, sondern müssen mit chlorsaurem Kali und Salpetersäure behandelt werden, während andere Exemplare derselben Spezies aus demselben Gestein gute Resultate nach der Behandelung mit Eau de Javelle gewähren können. Das Eau de Javelle wirkt langsamer und nicht so kräftig, man hat aber gerade deshalb Aussicht grössere Partien der Blatt-Kutikulen unbeschädigt zu erhalten.

Die von mir ausgeführten Untersuchungen haben gezeigt, dass man unerwartet gute Resultate auch von anscheinend wenig versprechendem, ja scheinbar ganz strukturlosem Material erhalten kann, weshalb ähnliche Untersuchungen den Paläobotanikern nicht genug empfohlen werden können. Ich werde im Folgenden einige Präparate von Blattkutikulen und von Sporen verschiedener Art als Beispiele anführen und schliess-

lich eine Methode beschreiben, durch welche ich Sporen, Pollenkörner und andere kutinisierte Pflanzenteile aus gewissen Tonablagerungen mesozoischen Alters in ähnlicher Weise wie aus quartären Ablagerungen habe ausschlämmen können.

Es ist im allgemeinen unschwer schon im voraus zu entscheiden, ob ein fossiler Blattrest brauchbare Kutikulapräparate liefern kann. Die Blätter, deren Kutikula kräftig entwickelt ist, und die wohl meistens als von Xerophyten herstammend anzusehen sind, sind gewöhnlich von etwas bräunlicher Farbe, biegsam und elastisch, so dass sie vom Gestein mehr weniger vollständig losgelöst werden können. Solche Blätter finden wir z. B. häufig unter den Ginkgophyten (*Ginkgo*, *Baiera*, *Czekanowskia*), bei gewissen Coniferen, bei *Thinnfeldia*, *Ptilozamites*, *Lepidopteris* u. m. a. Auch Blätter, deren Kutikula verhältnismässig dünn ist, können unter gewissen Umständen auf solche Weise aufbewahrt werden, dass sie eine ähnliche Erhaltung wie die vorigen zeigen, z. B. *Dictyozamites*, *Otozamites*, *Pterophyllum* u. a. Von allen solchen Blättern kann man schöne und relativ grosse Kutikulapräparate gewinnen.

Andere Blätter sind dagegen brüchig, vorwiegend kohlig, zerfallen zu Pulver und gewähren keine tauglichen Präparate. Zwischen diesen beiden Extremen gibt es aber alle möglichen Übergänge, und auch solche Blätter, die wie eine homogene Kohlemasse aussehen, können gute Präparate abgeben, falls nur hinreichend grosse Bruchstücke des verkohlten Blattes zu erhalten sind. Ich wiederhole auch hier das schon oben Gesagte: dass die chemische Behandlung des Blattes nach dem Erhaltungszustand derselben eingerichtet werden muss. Während z. B. bei der Behandlung mit Eau de Javelle die Blätter von *Dictyozamites* schon nach einigen Stunden fertig gebleicht waren, erforderten andere Blätter ebensoviele Tage, ja Wochen oder noch längere Zeit um hinreichend durchsichtig zu werden. Es bedarf wohl hierbei kaum der Erwähnung, dass die Einwirkung der Reagentien selbstredend durch Erwärmung beschleunigt werden kann.

Wenn nun das Blattstück hinreichend durchsichtig ist, so besteht es selbstverständlich aus den Kutikulen der beiden entsprechenden Seiten des Blattes, die also von einander getrennt werden müssen, was unschwer mit den Präpariernadeln bewerkstelligt werden kann. Hat man ein ganzes Blättchen oder Partie eines Blattes mit unbeschädigtem Rande erhalten, so empfiehlt es sich die Kutikula der Blattunterseite am Rande des Blattes umzubiegen, so dass sie, mit ihrer Unterseite nach oben gewendet, neben der Kutikula der Oberseite und mit dieser noch zusammenhängend liegen bleibt. Auf solche Weise kann man die Aussenseite der beiden Kutikulen unmittelbar mit einander vergleichen. Das Exemplar Taf. 1, Fig. 1 ist ein auf diese Weise präpariertes Blattfragment von *Baiera spectabilis* Nath. aus Schonen. Der dunkle Streif in der Mitte entspricht dem Blattrand, dem zur linken die Kutikula der Oberfläche, dem zur rechten die der Unterfläche des Blattes zu sehen ist. Wie aus der photographischen Abbildung erhellt, scheinen beide etwa dieselbe Dicke zu haben, und dementsprechend kommen Spaltöffnungen auf beiden vor, obschon sie allerdings etwas zahlreicher auf der mutmasslich unteren Seite auftreten (Fig. 2).

Einen ganz anderen Typus stellen die Blätter von *Ctenozamites* (*Ctenopteris*) *Leckenbyi* Bean sp. dar. Fig. 3 zeigt ein vollständiges, gebleichtes Blättchen, das nicht mit den Präpariernadeln behandelt worden ist, während Fig. 4 ein anderes Blättchen

derselben Art ist, dessen beide Kutikulaflächen in oben beschriebener Weise neben einander in dieselbe Ebene gebracht worden sind. Hier tritt sofort der grosse Unterschied zwischen beiden Flächen hervor. Während die Kutikula der Blattoberseite (*a*) sehr dick und fest ist, ist die der Unterseite (*b*) sehr dünn, und nur auf dieser sind Spaltöffnungen vorhanden (Fig. 5).

Ich habe diese beiden Typen absichtlich als Beispiele gewählt, denn man könnte aus der durchgreifenden Verschiedenheit in Bezug auf das Vorkommen der Spaltöffnungen wie auch auf die verschiedene Ausbildung der Kutikula der Blattunterseite geneigt sein, auf eine verschiedenartige Blattstellung der beiden Pflanzen schliessen zu wollen, und zwar so, dass die Blätter von *Baiera spectabilis* eine mehr vertikale, die Blätter von *Ctenozamites Leckenbyi* dagegen eine mehr horizontale Stellung gehabt haben. So verlockend eine solche Schlussfolgerung auch erscheinen kann, dürfte es doch am klügsten sein sich einstweilen mit der Feststellung der Tatsachen selbst zu begnügen und auf jegliche diesbezüglichen Schlüsse zu verzichten bis umfangreichere Materialien vorliegen.

Es ist hier der Platz nicht, den xerophytischen Bau gewisser Kutikulen zu besprechen.

Die Bedeutung der mikroskopischen Untersuchung der Blattkutikulen ist allerdings seit dem Erscheinen der oben erwähnten grundlegendem Arbeit Schenks ziemlich allgemein anerkannt worden, die von ihm erteilten Aufschlüsse scheinen mir aber dessenungeachtet nicht in dem Umfange wie sie verdienen verfolgt worden zu sein. Meiner Meinung nach sollte eine Kontrollbestimmung des Blattes durch die mikroskopische Untersuchung seiner Kutikula niemals versäumt werden, wenn solches möglich ist, denn die äussere Form ist öfters so trügerisch, dass man sich selten mit völliger Sicherheit auf sie allein verlassen kann. Ich erinnere in dieser Hinsicht an die von mir beschriebenen *Pseudocycas*-Arten von Grönland (7), die bis dahin sowohl von Heer wie auch von mir und anderen Paläobotanikern allgemein für *Cycas*-Blätter gehalten wurden, auf deren Vorkommen auf Grönland sogar wichtige klimatologische und pflanzengeographische Schlüsse basiert wurden. Wenn die Kutikula an den von mir gesammelten Exemplaren von *Pseudocycas insignis* nicht erhalten gewesen wäre, dann hätte kein Mensch vermuten können, dass es sich in der Tat um eine ganz andere Gattung als um *Cycas* handelte, denn die äussere Form schien ja vollständig mit dieser übereinzustimmen.

Um von Erfolg gekrönt zu werden muss aber die Untersuchung der Kutikula mit einer möglichst vollständigen Untersuchung der Blätter selbst verbunden sein. Kutikulapräparate herzustellen und für sich allein zu beschreiben ist nicht schwer, ist aber von sehr geringem Werte, wenn man nicht gleichzeitig Aufschlüsse über die Gestalt und den sonstigen Bau der zugehörigen Blätter geben kann.

Während die Sporen. — und zwar besonders die Megasporen — der paläozoischen *Lycopodiales* in gewissen Ablagerungen häufig vorkommen und von mehreren Autoren beschrieben sind, sind die Sporen der übrigen fossilen Pteridophyten, wenn man von denjenigen Arten absieht, die als wirkliche Versteinerungen vorkommen, verhältnismässig wenig bekannt. Es ist allerdings wahr, dass den Sporen an sich meistens keine allzugrosse Bedeutung zusteht, anders aber gestaltet sich die Sache, wenn man sie in

Verbindung mit ihrer Mutterpflanze nachweisen kann. Denn auch in solchen Fällen — und diese sind wohl am häufigsten — wo die Sporen keinen Ausschlag für die systematische Stellung der Pflanze geben können, ist ja die Kenntnis derselben zur vollständigen Kenntnis der Pflanze selbst erforderlich und darf daher nicht unberücksichtigt bleiben. Bei den Untersuchungen, die ich in dieser Hinsicht ausgeführt habe, bin ich zu der Erfahrung gelangt, dass man auch hier gute Resultate von anscheinend wenig versprechendem Material gewinnen kann. Einige Beispiele hierfür lasse ich hier folgen.

In seiner oben erwähnten Flora der rhätischen Ablagerungen Frankens (3) wurden von Schenk auch mehrere Sporen der Farne beschrieben, und zwar u. a. von *Dictyophyllum*, *Clathropteris*, *Laccopteris* und *Taeniopteris* — oder wie wir jetzt meistens sagen *Marattia — Münsteri*. Von diesen sind die Sporen der letztgenannten Art am wichtigsten, weil sie wie die übrigen Kennzeichen der Spezies auch ihrerseits für eine Zugehörigkeit zur Gattung *Marattia* sprechen. Schenk beschreibt sie als »länglich, glatt mit einer Leiste versehen» und bildet sie auf seiner Taf. 20, Fig. 8 ab.

Wenn die Sporangien mesozoischer oder känozoischer Farne in verkohltem Zustand erhalten sind, braucht man sie nur vom Gestein loszulösen und mit (Eau de Javelle oder mit) chlorsaurem Kali und Salpetersäure zu behandeln um die Sporen bloszulegen. Die Sporangiumwand ist nicht sehr widerstandsfähig und wird daher schnell von den Reagentien angegriffen und zerstört. Um die bei dieser Behandlung entstandene Ulminsäure zu beseitigen — was jedoch nicht immer nötig ist —, ist es zweckmässig eine Nachbehandlung mit Ammoniak folgen zu lassen, wodurch die Sporen mehr durchsichtig werden. Es ist recht interessant zu beobachten, wie die Sporen auch nach der Auflösung der Sporangiumwand oftmals mit einander zusammenhängen, so dass man sie in ihrer ursprünglichen Lage studieren kann. In der nachstehenden Mitteilung über *Nathorstia* werden schöne Beispiele von dieser Erscheinung gegeben und hier teile ich Abbildungen von solchen Sporensammlungen von *Dictyophyllum exile* Brauns sp. (Taf. 1, Fig. 6) und von *Todites Williamsoni* Brongniart sp. (Taf. 1, Fig. 7) mit. Falls man die Behandlung mit Ammoniak lange genug fortsetzt, werden die einzelnen Sporen gewöhnlich von einander getrennt, derselbe Zweck kann aber auch durch Zerbröckeln der Sporensammlung mit der Präpariernadel oder einfach durch einen Druck auf das über die Sammlung gelegte Deckglas erreicht werden. Für eine genauere Untersuchung der Gestalt und des Baues der Sporen ist selbstredend eine derartige Isolierung derselben notwendig. Da es aber bei dieser Mitteilung nicht auf eine Beschreibung der Sporen ankommt, so kann ich mich hier auf diese Andeutung beschränken.

In den oben erwähnten Fällen konnten die einzelnen Sporangien gut beobachtet werden, so dass man schon von vornherein ein gutes Resultat erwarten konnte. Um zu prüfen, ob ähnliche Resultate auch unter anderen Umständen zu erreichen sind, habe ich Versuche mit *Danaeopsis lunzensis* Stur und *Asterotheca Meriani* Brgn. sp. aus den Triasschichten von Lunz in Österreich angestellt. Beide Versuche fielen sehr günstig aus. Über *Danaeopsis* will ich hier nichts weiter mitteilen, als dass die Sporen kugelförmig bis oval, von beträchtlicher Grösse (65 μ in Durchmesser) und mit den gewöhnlichen drei radialen Linien versehen sind (Taf. 1, Fig. 8).

Die *Asterotheca Meriani* betreffend haben die von mir ausgeführten Untersuchungen die Angaben über den Bau der Sori (resp. Synangien) dieser Pflanze, die seinerzeit von Heer (8) erteilt wurden — »dass sie aus vier in Kreis gestellten und fest zusammenhängenden Körperchen bestehen, welche wohl die Sporangien sind» —, durchaus bestätigt. Wenn man einen solchen verkohlten Sorus in der oben beschriebenen Weise behandelt, so kommen die Sporen in vier Gruppen zum Vorschein, die allerdings nahe an einander gepresst liegen wohl aber ursprünglich durch dünne Scheidewände in vier Gruppen getrennt waren, obschon diese Wände jetzt aufgelöst sind. Taf. 1, Fig. 9 zeigt die vier Sporensammlungen in ihrer ursprünglichen Lage, während Fig. 10 ein anderes Präparat darstellt, das etwas längere Zeit mit Ammoniak behandelt wurde und dessen vier Sporengruppen mehr von einander getrennt sind.[1] Hier hatte es den Anschein, als wäre die Längsspalte (einer ursprünglichen Längswand entsprechend) mehr ausgebildet als die Querspalte, was übrigens auch an anderen Präparaten deutlich ist; an manchen ist die ganze Sporensammlung sogar nur längs dieser Rinne gespalten, während die Querrinne nicht zu sehen kommt. Taf. 1, Fig. 11 zeigt eine der vier Sporengruppen in etwa 90-facher Vergrösserung, während Fig. 12 zwei Sporen in 500-facher Vergrösserung darstellt. Wie aus dieser Figur erhellt, ist die Sporwand etwas zusammengeschrumpft und mit mehreren Runzeln versehen; an der oberen Spore ist ein Riss vorhanden. Die drei radialen, im Winkel von 120° zusammenstossenden Linien habe ich an den Sporen der vorliegenden Präparate bisher nicht beobachtet.

Der günstige Erfolg, der aus den oben erwähnten vorläufigen Versuchen mit triassischen Farnen resultierte, veranlasste mich dieselbe Methode auch an paläozoischen Arten zu prüfen. Aus der Sammlung der paläozoischen Farne, die in der paläobotanischen Abteilung des Naturhistorischen Reichsmuseums in Stockholm aufbewahrt sind, wurden ein paar fertile Exemplare hervorgenommen und in ähnlicher Weise wie die schon erwähnten behandelt. Das heisst: verkohlte Partieen, die dem Platze des Sorus entsprachen, wurden vom Gestein losgemacht und mit chlorsaurem Kali und Salpetersäure behandelt. Die nach der Behandlung zurückgebliebenen kleinen bräunlichgelben Splitter wurden dann — und zwar auf dem Objektglase — der Einwirkung von Ammoniak ausgesetzt, wodurch die Ulminsäure entfernt wurde; eine Erwärmung war hierbei zuweilen vorteilhaft. Es war sehr interessant unter dem Mikroskop zu verfolgen, wie die Sporen aus der anscheinend homogenen Masse allmählich hervortraten, bis sie endlich vollständig zum Vorschein kamen.

Das erste Exemplar, mit welchem Versuche angestellt wurden, stammt von den alten Sammlungen und entbehrt sowohl des Namens wie der Angabe des Fundorts. Nach freundlicher Mitteilung von Herrn Robert Kidston in Stirling, an welchen ich das Stück zur Bestimmung sandte, handelt es sich um ein Exemplar von *Pecopteris* (*Asterotheca*) *Miltoni* Artis.

Auch nach der Behandlung mit Ammoniak waren noch Reste des die Sporen umgebenden Gewebes vorhanden, leider aber ganz strukturlos, so dass die Sporen wie in eine bräunliche Masse eingebettet schienen (Taf. 1, Fig. 13). Ich glaubte anfänglich

[1] Ich vermeide absichtlich solche Ausdrücke wie Sporangien und Loculi, da ich hierüber bei dieser vorläufigen Untersuchung noch nicht ins klare gekommen bin.

beinahe, dass es sich um Sporen von zweierlei Arten handelte, denn einige waren grösser (bis 54 μ) als die anderen, eiförmig, mit einer Medianlinie, während die kleineren Sporen wenn nicht deformiert kugelförmig sind und 36—40 μ massen. Da man keine vorgefasste Meinung bei einer Untersuchung haben darf, musste eine solche Möglichkeit auch erwogen werden. Ich glaube nun aber, dass die Ursache der erwähnten Verschiedenheit darin zu finden ist, dass die Sporen nicht reif und dass sie nicht alle zur vollständigen Entwickelung gelangt waren. Die isolierten Sporen zeigen dementsprechend eine sehr verschiedene Gestalt, einige sind zusammengeschrumpft mit unregelmässigen Konturen, einige oval, andere kugeltetraëdrisch u. s. w. Alle diese unregelmässigen Sporen haben dazu eine verhältnismässig dicke Membrane, so dass sie bräunlich und wenig durchsichtig sind. Die kugelförmigen und regelmässigeren zeigen die drei radialen Linien sehr deutlich (Taf. 1, Fig. 14).

Ich machte nun einen Versuch mit einem anderen Karbonfarn und zwar mit einem von Goldenbergs Sammlung aus der Grube Gersweiler stammenden Exemplar, das Goldenberg ursprünglich als »*Asplenites elongatus* n. sp.» bezeichnet hatte, das aber auch mit einer neueren Etikette versehen ist, auf welcher er die Art »*Cladophlebis Nestleriana* B[rongn.] fructif.» nennt. Auch hier kamen die Sporen bald zum Vorschein, sind aber in länglichen Massen gesammelt und so fest mit einander vereinigt, dass es schwer hält einzelne Sporen von der Masse zu trennen. Die Sporangien oder Loculi müssen selbstverständlich eine entsprechende Form gehabt haben. Nach dem Exemplar Taf. 1, Fig. 15 zu schliessen hatte es den Anschein, als ob zwei Sporenmassen an ihrer breiteren Ende mit einander vereinigt waren, und es ist wohl möglich, dass mehrere Sporangien (resp. Loculi) an der Basis mit einander vereinigt oder in Berührung waren. Auffallend ist die feste Verbindung der Sporen mit einander, es sieht sogar aus, als wären sie mit einander verwachsen (Fig. 16, 17). Ich habe die drei radialen Linien an den Sporen dieser Spezies vorläufig nicht beobachtet (Fig. 18).

Die Verbindung der Sporen mit einander ist ein Verhältnis, das bei diesen Untersuchungen häufig zu konstatieren ist, und die Ursache ist wohl lediglich die, dass die Sporen nicht reif waren. Sobald sie dies wurden, wurden ja die Sporangien geöffnet und die Sporen ausgesäet, es sind also hauptsächlich die noch nicht geöffneten Sporangien mit unreifen Sporen, bei denen bei diesen Untersuchungen die Sporen zum Vorschein kommen können. Eigentümlich ist jedoch, dass schon diese unreifen Sporen eine so kräftig kutinisierte Wand besitzen.

Es soll hier nicht unerwähnt bleiben, dass die beiden paläozoischen Farne, die ich auf ihre Sporen untersucht habe, nicht besonders ausgewählt worden sind. Ich habe sie vielmehr deshalb geprüft, weil es die ersten waren, die mir in die Hände kamen. Ich glaube also schon aus den oben beschriebenen Versuchen schliessen zu können, dass man von beinahe jedem fossilen Farn, dessen fertile, die Sori tragende Blätter verkohlt sind, Präparate von den Sporen bekommen kann. Diese Erfahrung dürfte eben jetzt von Bedeutung sein, nachdem man zu der Erkenntnis gelangt ist, dass eine Menge der paläozoischen Pflanzen, die bisher für Farne angesehen waren, in Wirklichkeit zu den Pteridospermen gehören. Es ist freilich nicht möglich nach

den Sporen allein zu entscheiden, ob diese als isospore Sporen oder als Mikrosporen zu deuten sind, denn die von Kidston (9) beschriebenen Mikrosporen von *Lyginodendron* (*Crossotheca*) scheinen ja vollständig mit den Farnsporen übereinzustimmen. Es liegt aber auf der Hand, dass die Kenntniss der Sporen unsere Kenntnis von der ganzen Pflanze komplettiert, und da wir gleichzeitig auch einige Aufschlüsse über den Bau des Sporangiums erhalten können, sollten ähnliche Untersuchungen wie die oben beschriebenen nicht verabsäumt werden.

Dazu kommt noch, dass sie in gewissen Fällen den Ausschlag darüber geben können, ob wir einen Sorus oder einen Samen vor uns haben. Die Samen der Pteridospermen sind ja meistens sehr klein und können deshalb zuweilen mit Sori oder Synangien verwechselt werden. Ich bin gerade in der Lage eine solche Verwechslung konstatieren zu können.

Als mein Freund E. A. Newell Arber sich im Frühjahr 1906 in Stockholm aufhielt, um die im hiesigen Museum befindlichen Karbonpflanzen zu studieren, meinte er unter den von Goldenberg gesammelten Pflanzen des Saar-Rheingebietes eine neue Pteridospermpflanze entdeckt zu haben. Er glaubte nämlich das Vorhandensein kleiner Samen an einem Blatte vom *Sphenopteris*-Typus konstatieren zu können und hat das Exemplar dementsprechend als einen neuen *Carpolithus* beschrieben (10). Die mutmasslichen Samen sind sehr klein, die grössten erreichen nur eine Länge von 1,2 mm., während das mittlere Mass etwa 1 mm. und die grösste Breite 0,75 mm. beträgt. Arber hat mir später ($^{27}/_{4}$ 1908) mitgeteilt, dass die sterilen Blätter der betreffenden Pflanze, nach einer ihm von Zeiller gemachten schriftlichen Mitteilung wahrscheinlich mit *Sphenopteris Schaumburg-Lippeana* Stur sp. (11) identisch sind. Der von Arber beschriebene *Carpolithus Nathorsti* sollte also Samen dieser Species darstellen, die demnach zu den Pteridospermen zu rechnen wäre.

Die Versuche, die ich an mehreren von den mutmasslichen Samen des Originalexemplars Arbers angestellt habe, gaben aber das unerwartete Resultat, dass diese Organe keine Samen sind, sondern dass sie vielmehr Sporensammlungen von länglicher Gestalt (Taf. 2, Fig. 19) enthalten. Die Sporen sind eiförmig und klein, sie haben nur eine Länge von etwa 29 μ, die grösste Länge, die ich beobachtete, betrug 32 μ. Ob sie als Farnsporen oder Mikrosporen zu deuten sind, mag dahingestellt bleiben, es ist nicht zu leugnen, dass sie in Bezug auf ihre Form auch an Pollenkörner von Ginkgophyten oder Cycadophyten erinnern. Taf. 2, Fig. 20 zeigt eine gerade im Zerfallen begriffene Sporensammlung, während Fig. 21 eine Menge in trockenem Zustand aufbewahrter Sporen darstellt.

Carpolithus Nathorsti Arber ist also keine Samen tragende Pflanze und als *Carpolithus* zu streichen, und die Untersuchung, die zu diesem Resultat geführt hat, ist insofern von Bedeutung als sie uns die Methode angibt, mittels welcher wir in zweifelhaften Fällen entscheiden können, ob es sich um Samen oder männliche Organe handelt. Eine solche Kontrollbestimmung lässt sich ja verhältnismässig leicht und schnell ausführen.

Man könnte meinen, dass die hier mitgeteilten Beispiele über die Beschaffenheit der Sporen gewisser fossiler Farne beinahe keine Aufschlüsse über den Bau der Sporangien selbst ergeben haben. Die Verhältnisse gestalten sich aber in Wirklichkeit etwas

besser, denn wenn man die allmähliche Veränderung der mit den Reagentien behandelten kleinen Kohlesplitter unter der Lupe und unter dem Mikroskop verfolgt, so bekommt man einen gewissen Einblick in den Bau des Sporangiums selbst. Ausser der Form der Sporenfächer kann man z. B. auch einen Einblick erhalten, ob das Sporangium von ein- oder mehrschichtigem Gewebe gebaut ist u. s. w. Ich habe es aber für überflüssig gehalten hier etwas darüber zu berichten, und zwar teils weil ich die Untersuchungen in dieser Richtung was die oben angeführten Arten betrifft nicht hinreichend verfolgt habe, teils weil ich in der folgenden Mitteilung über *Nathorstia* ein Beispiel von den schönen Resultaten, die durch solche Untersuchungen wirklich erzielt werden können, geben werde. Hier wie überall muss aber selbstredend die Untersuchung des inneren Baues mit der Untersuchung der äusseren Form innig verbunden sein.

Es sind aber nicht nur die Farne, die für ähnliche Sporenuntersuchungen geeignet sind, auch von anderen Pteridophyten können von anscheinend wenig versprechendem Material sehr schöne Resultate gewonnen werden. Ich erinnere in dieser Beziehung sowohl an die Entdeckung der Mikrosporen von *Lycostrobus Scotti* Nath. (12) wie an die Entdeckung der Sporen von *Equisetites*. Als Herr Th. Halle mit der Untersuchung der mesozoischen *Equisetales* Schwedens hier im Museum beschäftigt war, forderte ich ihn auf zu versuchen, ob nicht Sporen von einer *Equisetites*-Ähre zu erhalten seien. Die Ähre war ganz verkohlt, und das Aussehen derselben schien nicht günstig, bei der Behandlung mit Eau de Javelle kamen aber unzählige Sporen — und zwar die ersten *Equisetites*-Sporen, welche beschrieben worden sind, — zum Vorschein (13).

Dass man in ähnlicher Weise auch die Pollenkörner fossiler Gymnospermen erhalten kann, darüber wird in einer folgenden Mitteilung über *Antholithus Zeilleri* berichtet.

Der Umstand, dass die Sporen so widerstandsfähig sind, dass sie in allen solchen Fällen, wo das Vorhandensein derselben vermutet werden konnte, auch tatsächlich gefunden wurden, machte es schon von vornherein wahrscheinlich, dass man sie aus gewissen dafür geeigneten mesozoischen Tonablagerungen würde herausschlämmen können, und zwar in ziemlich ähnlicher Weise wie man Pflanzenreste aus quartären Ton- oder Sandablagerungen erhalten kann. Ich erinnere in dieser Hinsicht an die von mir seit 1870 benutzte Methode die getrockneten Tonstücke auf einem Netz von Messingdraht in Wasser zu legen, wobei der Ton, der das Wasser absorbiert, in einen Brei zerfällt, der durch die Maschen des Netzes hindurchgeht, während Blätter, Blattfragmente und andere Pflanzenteile auf dem Netze zurück bleiben und auf solche Art isoliert erhalten werden können (14). Samen bleiben gewöhnlich an der Oberfläche des Wassers treibend und sammeln sich meistens an den Rändern des Gefässes. Diese Schlämmungsmethode ist später auch bei Torfuntersuchungen benutzt worden, und zwar wurde dieselbe in diesen Fällen bedeutend verbessert, wenn man, wie seinerzeit von meinem damaligen Amanuensis Dr G. Andersson zuerst vorgeschlagen wurde, den Torf vor der Schlämmung mit Salpetersäure behandelt (15). Denn erstens wird der Torf dadurch aufgelockert und zerfällt leichter, und zweitens werden die ursprünglich dunkeln Pflanzenreste durch die Bleichung heller und kommen viel besser zu Gesicht.

Ich habe nun ähnliche Versuche mit dem Liaston von Hör angestellt, der als eine Einlagerung im dortigen Sandstein vorkommt, und zwar im Hangenden des zu Mühl-

steinen benutzten unteren grobkörnigeren Sandsteinbettes (Arkose) und im Liegenden des zu Baugesteinen benutzten feinkörnigeren Sandsteins. Der Ton selbst, dessen Mächtigkeit höchsten 0,5 m. beträgt, ist voller Pflanzenreste, von welchen ich als die häufigsten folgende nennen will: *Clathropteris meniscioides* Brgn, *Sagenopteris Nilssoniana* Brgn. sp., *Marattia hörensis* Schimp. sp., *Equisetites scanicus* Sternb. sp., *Cladophlebis Rösserti* Presl sp., *Nilssonia brevis* Brgn., *Baiera* cfr *taeniata* Fr. Braun u. a. m.

Dass diese Pflanzen in unmittelbarer Nähe der Ablagerung, gelebt haben, ist offenbar. Ich habe schon für *Clathropteris* nachgewiesen (16), dass ihre Rhizome sich in ihrer ursprünglichen Lage befinden, dasselbe gilt auch für *Dictyophyllum Nilssoni*, das aber nicht so häufig wie die vorige Art hier vorkommt. An verkohlten Farnstämmen fehlt es nicht, und der Sandstein im Liegenden des Tones ist von senkrechten Wurzeln mit ihren Verzweigungen durchzogen. Wir haben es offenbar mit einer Ablagerung aus seichtem Wasser zu tun, in welchem mehrere Pflanzen gedeihen konnten.

Es war unter solchen Umständen schon im voraus zu erwarten, dass Sporen und Pollenkörner, die seinerzeit in dieses Wasser herausgeführt wurden, noch im Ton erhalten waren, und ich habe deshalb eine Schlämmung in oben erwähnter Weise nach Behandlung mit Salpetersäure ausgeführt. Das dazu benutze Stück des Tones war verhältnismässig sehr klein, etwa 4—5 Kubikcentimeter, hat aber dessenungeachtet eine ungeheure Menge verschiedener Pflanzenreste geliefert. Ausser verschiedenen Blattfragmenten und anderen makroskopischen Resten, die hier nicht besprochen werden sollen, habe ich etwa 50 Präparate des feinsten Schlammes mit Sporen u. s. w. erhalten, und doch ist noch ein grosser Teil des Schlammes übrig. Es zeigte sich sofort, dass der Ton ganz voll von den erwähnten Resten war, so dass jedes Präparat Hunderte von Sporen u. s. w. aufzuweisen hat, unter denen die kleinen Marattiaceensporen vorherrschen, was in Anbetracht des häufigen Vorkommens von fertilen Exemplaren von *Marattia hörensis* nicht wundernehmen kann. Interessant ist das Vorkommen von geflügelten Pollenkörnern, die denjenigen von *Pinus* (im weiteren Umfang der Gattung) sehr ähnlich sind. Solms hat *Pinus*-Pollen von den oberjurassischen Schichten des Franz Josef-Landes erwähnt (1), und ich selber habe nicht nur von diesem Lande und von Spitzbergen mehrere oberjurassische Samen und Zapfenreste angeführt, die zu derselben Gattung zu gehören scheinen (17, 18), sondern schon vor dreissig Jahren ähnliche Reste von den oberen rhätischen Ablagerungen Schonens beschrieben (19). Es scheint mir unter solchen Umständen kaum bezweifelt werden zu können, dass die Gattung *Pinus* schon gegen das Ende der Triasperiode in den nördlicheren Teilen der Erde ausgebildet war.

Ich gebe unten eine vorläufige Übersicht von den verschiedenen Sporen und Pollenkörnern, die bisher in den erwähnten Präparaten notiert sind. Dieselben ausführlich zu beschreiben ist hier nicht der Platz, ich habe aber zur Vervollständigung der Übersicht auch Abbildungen derselben beigefügt, von welchen die Bleistiftzeichnungen sämtlich in demselben Massstab, und zwar 500: 1 ausgeführt sind.

1. Kugeltetraedrische glatte Sporen von verschiedener Grösse (Taf. 2, Fig. 23—26), 43—54 μ. Wahrscheinlich sind verschiedene Arten unter denselben vertreten, mutmasslich auch *Dictyophyllum Nilssoni*.

2. Wie die vorigen, aber kleiner — etwa 36 μ messend — und mit warziger Oberfläche (Fig. 27, 28). Sind den von Schenk (3) beschriebenen Sporen von *Clathropteris* nicht unähnlich.

3. Verhältnismässig grosse, kugelige Sporen, die mit einem kurzen Riss geöffnet werden (Fig. 29, 30). Die kleinsten, die ich gemessen habe, hatten einen Durchmesser von 43 μ, andere massen bezw. 54, 65 und 72 μ. Mutterpflanze unbekannt.

4. Kleine kugelige oder ovale Sporen von 22—32 μ Durchmesser oder Länge, mit einem oder mehreren Rissen (Fig. 31—41). Sind den Sporen von *Marattia* überaus ähnlich, und wenigstens ein Teil derselben dürften wohl von *Marattia hörensis* stammen. Diese Sporen sind wie erwähnt die häufigsten von allen und bilden die Hauptmasse sämtlicher Präparate. Vielleicht finden sich unter ihnen auch Pollenkörner.

5. Ovale Sporen (Mikrosporen, Pollenkörner) mit einer Längsspalte. Von diesen kommen wenigstens drei Gruppen von verschiedener Grösse vor, und zwar:

5. a, mit einer Länge von 29—36 μ und wechselnder Breite (Fig. 42—46);

5. b, mit einer Länge von 47—60 μ (Fig. 47—50).

Diese ovalen Körper (5. a, 5. b) dürften wohl sicher zu den Gymnospermen gehören, und zwar teils zu den Ginkgophyten, teils zu den Cycadophyten. Zum Vergleich sind in Fig. 59 und 60 auch zwei Pollenkörner von *Antholithus Zeilleri* Nath. im gleichen Massstab gezeichnet worden; die Ähnlichkeit zwischen diesem und dem Exemplar Fig. 48 ist nicht zu verkennen.

5. c. Noch grösser als die vorigen, mit einer Länge von 70—84 μ (Fig. 51, 52). Mutterpflanze unbekannt.

6. Grosse, geflügelte, *Pinus*-ähnliche Pollenkörner (Fig. 53—55), deren Breite 100—108 μ beträgt. Ob eine oder mehrere Arten vorliegen kann ich vorläufig nicht sagen. Fig. 55, die dasselbe Exemplar wie Fig. 54 darstellt, ist in demselben Masstab wie die Sporen gezeichnet.

7. Sehr kleine geflügelte Pollenkörner oder vielleicht Sporen (Fig. 56—58), deren Breite nur 29—36 μ beträgt. Mutterpflanze unbekannt.

Da so viele Sporen und Pollenkörner schon von dieser kleinen Probe erhalten wurden, steht zu erwarten, dass fortgesetzte Untersuchungen eine Anzahl anderer Formen zum Vorschein bringen werden. Ich habe ein paar kleine Proben aus Franken und Bornholm in ähnlicher Weise untersucht und fand auch in denselben einige Sporen, obschon bei weitem nicht in solcher Menge wie in dem Stück von Hör. Weitere Untersuchungen sowohl an jenen Örtlichkeiten wie an anderen Lokalitäten, die geeignete pflanzenführende Tonablagerungen aufzuweisen haben, werden ganz gewiss gute Resultate gewähren. Das geologische Alter der Ablagerung ist dabei ohne Bedeutung.

5. Über Nathorstia Heer.

Taf. 3.

Im ersten Bande seiner »Flora fossilis arctica» wurde von Heer (20) eine Pflanze aus den älteren Kreideablagerungen Grönlands (den Komeschichten) beschrieben, die er »für ein Farrn aus der Familie der Marattiaceen» ansah und *Danaeites firmus* nannte. Die damals erhaltenen Exemplare stellten Reste eines gefiederten Wedels dar. »Der Mittelnerv (der Fiederchen) ist ziemlich stark und bis in die Spitze zu verfolgen, wogegen die Seitennerven ganz verwischt sind; nur hier und da sieht man Spuren von in rechten Winkeln auslaufenden, parallelen, äusserst zarten Seitennerven» . . . »Längs des Mittelnervs haben wir zwei Reihen von Fruchthäufchen», u. s. w.

In der »Kreideflora der arktischen Zone» (21) beschreibt Heer wiederum einige Exemplare derselben Pflanze aus Kome, und in »Nachträge zur fossilen Flora Grönlands» (22) fügt er eine andere Art aus Pattorfik hinzu. Hier werden aber die beiden Arten von *Danaeites* gesondert und eine neue Gattung, *Nathorstia*, eingeführt. »Unsere Grönlander-Farn weichen aber durch die vom Rand entfernten Fruchthäufchen sehr von *Danaeites* ab»... »Die systematische Stellung der neuen Gattung . . . ist noch zweifelhaft. Die lederartige Beschaffenheit der freien Blattfiedern, die Nervation und auch die ovalen parallel gestellten Fruchthäufchen der *N. firma* sprechen für die Marattiaceen, doch bleibt diese Verwandtschaft zweifelhaft, so lange der Bau der Sori nicht ermittelt ist. Wenn bei *N. angustifolia* die kreisrunden Sori wirklich nur aus 6 um eine kreisrunde centrale Höhle gestellten Sporangien bestehen, wäre die Gattung mit *Kaulfussia* zu vergleichen, bei welcher mehrere Fruchtkapseln kreisförmig um eine centrale Höhle herumgestellt sind.»

Da Pattorfik zu demselben geologischen Horizont wie Kome gehört, waren also zwei Arten von *Nathorstia* — *N. firma* Hr. und *N. angustifolia* Hr. — aus den urgonen Kreideablagerungen Grönlands bekannt.

Als ich 1883 mit der stratigraphisch-paläobotanischen Untersuchung der pflanzenführenden cenomanen Ablagerungen bei Atanekerdluk auf Grönland beschäftigt war, entdeckte ich in der dortigen Schlucht eine Menge neuer pflanzenführenden Horizonte, die eine ganze Reihe von interessanten Pflanzenresten geliefert haben. In einem von diesen Horizonten, den ich mit N:o 9 bezeichnete, fand ich mehrere Exemplare einer

neuen Spezies von *Nathorstia*, die durch ihre beträchtliche Grösse sich von den beiden übrigen Arten unterscheidet. Ich habe zwei Abbildungen dieser Art — obschon ohne Namen — in dem von mir verfassten sechsten Kapitel von Nordenskiölds populärer Darstellung der Expedition von 1883 auf S. 287 veröffentlicht (23).

Wie aus der Abbildung Fig. 61 auf unserer Tafel 3 erhellt, waren die Blätter wenigstens einmal gefiedert, die Möglichkeit, dass es sich um doppelt gefiederte Blätter handeln kann, ist wie schon von Heer hervorgehoben allerdings nicht ausgeschlossen. Die Hauptspindel ist kräftig, der Mittelnerv der Fiederchen ist stark, die Fiederchen, die ungefähr einander gegenüber gestellt sind, sind lang, linienförmig, 8—15 oder sogar (selten, Fig. 62) bis 22 mm. breit, mitunter (Fig. 61) mit etwas welligem Rande. Die Secundärnerven laufen im rechten oder fast rechten Winkel von dem Mittelnerv aus, werden aber bald verwischt, so dass man die Fortsetzung derselben nicht verfolgen kann.

Die Sori stehen in einer Reihe an jeder Seite des Mittelnervs, an diesen sich anlehnend und zwischen dem heraustretenden Sekundärnerven (Fig. 63—65). Sie sind stark verkohlt, kreisrund, gewölbt (Fig. 67), und zeigen in der Mitte einen runden Eindruck. Ihrer dicht gedrängten Stellung zufolge, können sie mitunter durch gegenseitige Pressung eine mehr ovale Form erhalten (Fig. 65), und wegen ihrer festen Konsistenz kommt es zuweilen vor, dass sie die einzigen Teile der Fiederchen sind, die noch erhalten sind (Fig. 65), oder dass man sie sogar abgesondert im Gestein findet. Alles spricht also dafür, dass sie von ungewöhnlich fester Konsistenz gewesen sind, was übrigens auch durch die tiefen Abdrücke derselben (Fig. 64) bestätigt wird. Der Durchmesser der vollständig entwickelten Sori beträgt etwa 2 mm.

Die konkaven Abdrücke der Sori zeigen eine Erhöhung in der Mitte — der kleinen Höhlung im Centrum des Sorus entsprechend — sonst aber meistens nur kurze koncentrische aber sehr unregelmässige Eindrücke. Einzelne Abdrücke haben jedoch ein ganz anderes Aussehen (Fig. 66, 68, 69) und zeigen teils ausgeprägte radiale Leisten, teils sehr feine koncentrische Linien oder vielmehr quergestellte Eindrücke an den einzelnen Sporangien (resp. Fächern), die das Aussehen von über den ganzen Sorus koncentrisch verlaufenden Linien hervorrufen, weshalb das Ganze eine gewisse Ähnlichkeit mit einem Spinnennetz bekommt. Fig. 66 gibt eine vor mehreren Jahren von Herrn C. Hedelin ausgeführte Bleistiftzeichnung eines solchen Abdruckes in etwa zwölffacher Vergrösserung wieder, während Fig. 68 und 69 Mikrophotographien in etwa fünfzehnfacher Grösse von ähnlichen Abdrücken sind (der linke Sorus Fig. 68 ist derselbe wie Fig. 66).

Schon nach diesen Abdrücken konnte man vermuten, dass die Meinung Heer's, dass die Sori wie bei *Kaulfussia* gebaut waren, wahrscheinlich richtig sei; um aber hierüber ins Klare zu kommen war es notwendig wenn möglich auch den inneren Bau der Sori kennen zu lernen. Ich habe zu diesem Zweck mehrere Sori vom Gestein losgemacht und sie in der bereits erwähnten Weise behandelt und in verschiedenen durch die Reagentien verursachten Auflösungsstufen untersucht. Es hat sich dabei gezeigt, dass die Sori aus etwa 18 bis 24—ein Sorus gab 18, ein anderer 21, ein dritter allerdings nur 23 Sporensammlungen, ein Teil dieses Sorus war aber undeutlich — zusammengewachsenen Sporangien gebaut sind, oder, wenn man dies vorzieht, dass die Synangien aus etwa 18—24 Fächern bestehen. Fig. 70 stellt sämtliche Sporensammlungen eines zuerst

mit chlorsaurem Kali und Salpetersäure dann mit Ammoniak behandelten Sorus dar. Fig. 71 und 72 zeigen vier solche Fächer, deren verkohlte Scheidewände z. T. noch erhalten sind; es ist dasselbe Exemplar, das von beiden Seiten (Ober- und Unterseite) photographiert worden ist. Die Sporen sind wie gewöhnlich noch zusammenhängend und bilden von oben stark plattgedrückte Massen von keilförmiger Gestalt, deren Aussehen gewissermassen an die Pollinien der Orchidaceen erinnert. Die ursprungliche Form derselben war wohl keulenförmig, obschon sie jetzt sehr plattgedrückt sind. Fig. 73 und 74 stellen zwei vollständig isolierte Sporensammlungen dar; neben dem Exemplar Fig. 73 liegt eine Partie mit Treppentracheiden, betreffs welcher es unmöglich ist zu entscheiden, ob sie von dem zum Sorus gehenden Gefässbündel stammt oder nur zufällig hierher gelangt ist. Fig. 75 zeigt eine Sporensammlung von einigen durch Druck auf das Deckglas davon losgetrennten Sporen umgeben. Fig. 76 stellt die Sporen in noch stärkerer Vergrösserung dar: es erhellt aus derselben dass sie kugeltetraedrisch sind, also eine andere Form als bei *Kaulfussia* haben.

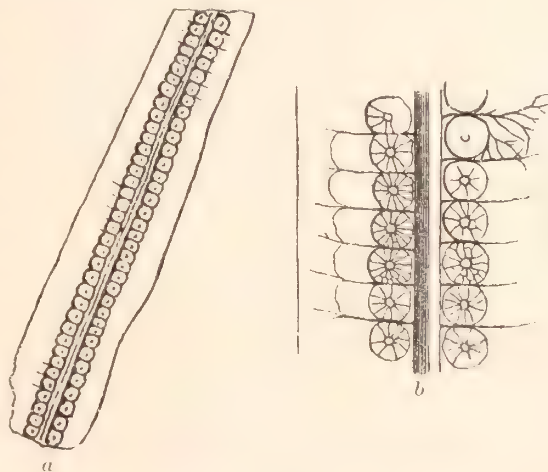
Wenn ein Indusium existiert hat, muss es mit dem Synangium vollständig verwachsen gewesen sein. Der ganze Sorus bildet eine feste, geschlossene Kapsel. Wenn er mit chlorsaurem Kali und Salpetersäure gebleicht wird, hat er anfangs das Aussehen einer ganz homogenen, lichtbräunlichen, discusförmigen Masse. Wenn die Einwirkung der Reagentien etwas fortgeschritten ist, kann man unter dem Mikroskop bei sehr starker Beleuchtung die verkohlten, noch schwarzen Septa zwischen den halbdurchsichtigen bräunlichen Sporensammlungen wahrnehmen. Diese Septa fliessen im Centrum zusammen und werden nach aussen spitz, so dass sie eine sternförmige Partie bilden. Bei Zusatz von Ammoniak zerfällt der Sorus wie oben erwähnt in die keilförmigen Sporensammlungen.

Aus obiger Darstellung ist ersichtlich, dass die Synangien von *Nathorstia* aus 18—24 Sporenfächern bestehen, die um das Centrum des Sorus einen Kreis bilden. In dieser Hinsicht ist also eine Übereinstimmung mit *Kaulfussia* (*Christensenia*) tatsächlich vorhanden. Wie die Sporenfächer sich geöffnet haben, kann ich aber nicht sagen, und die Abdrücke mit den koncentrischen Linien sind schwer zu deuten. Dass die radialen Leisten den Grenzlinien der Sporenfächer entsprechen ist sicher, es wird auch durch die Übereinstimmung ihrer Zahl mit der der Sporenfächer, die ich in den gebleichten Synangien zählen konnte, vollkommen bestätigt. Dagegen weiss ich nicht, wie die koncentrischen Linien — oder richtiger die Querlinien an den Abdrücken der Sporenfächer — zu deuten sind. Da solche nur an den Abdrücken der Sori eines einzigen Fiederchens beobachtet sind, ist es wohl wahrscheinlich, dass diese Sori reif waren, und dass die Querlinien in irgend einer Weise mit dem Öffnen der Sori zusammenhängen. Es ist offenbar, dass sie zu regelmässig sind um als eine Bildung von zufälliger Natur aufgefasst werden zu können. Die Ursache, dass sie hier blosgelegt sind, kann keine andere sein als dass der sie sonst deckende Teil des Sorus abgeworfen war. Ob dies Deckel ein wirkliches Indusium war oder ob das Synangium durch einen kreisförmigen Riss um den Rand des Sorus gespalten wurde, kann ich nicht sagen. Die Sporenfächer von *Kaulfussia* (*Christensenia*) öffnen sich bekanntlich mit einem radialen Riss oder Loch: etwas entsprechendes habe ich bei *Nathorstia* nicht beobachtet. Die Querlinien an den einzelnen

Fächern derselben scheinen mir am wahrscheinlichsten auf die Anwesenheit einer dem Ringe entsprechenden Bildung zu deuten. Ich werde unten auf dieselben zurückkommen.

Es bleibt also wie gewöhnlich noch viel Unklares übrig. Dass die *Nathorstia* mit der *Kaulfussia* verwandt war, ist jedenfalls anzunehmen, wenngleich allerdings erhebliche Verschiedenheiten vorhanden waren. Wenn man sich die isolierte Stellung dieser Gattung in der heutigen Welt vergegenwärtigt, dann muss man freilich von vornherein annehmen, dass andere mehr weniger abweichende Formen in älteren Zeiten existiert haben. In den paläozoischen Ablagerungen glaubt man bekanntlich solche Formen erkannt zu haben, an diese schliesst sich wahrscheinlich die *Nathorstia* als ein eigener Typus der mesozoischen Zeit an.

Die von mir in der cenomanen Ablagerung bei Atanekerdluk auf Grönland gesammelte Art weicht, wie schon erwähnt, von den beiden von Heer beschriebenen Arten der urgonen Ablagerungen desselben Landes durch ihre beträchtliche Grösse bedeutend ab, und ich habe sie deshalb *Nathorstia latifolia* n. sp. genannt. Es ist aber möglich, dass die Art unter einem anderen Namen schon aus Böhmen beschrieben worden ist. Ich denke hierbei an die von E. Bayer (24) aus den cenomanen Perucer Schichten Böhmens beschriebene *Drynaria fascia*, die bisher nur mit einem einzigen Fiederfragment aus Vyserovic vorliegt. Dieses Bruchstück ist fertil und scheint unserer Art ungemein ähnlich. Ich teile hier die von Bayer veröffentlichten Abbildungen in Facsimile mit. Wie aus denselben erhellt, ist die Übereinstimmung mit *Nathorstia latifolia* so gross wie möglich, der einzige Unterschied liegt darin, dass Bayer hier und da anastomosierende Secundärnerven und nach dem *Drynaria*-Typus entwickelte Tertiärnerven beobachtet hat. »Zwischen je 2 Secundärnerven sitzt ein einziger Sorus, dicht an der rinnenförmigen Hauptrippe und so gross, dass die einzelnen Sori, die Secundärnerven beinahe verdeckend, sich gegenseitig berühren. Das gewölbte punktförmige Receptaculum in der Mitte sternförmig geordneter, nicht zahlreicher Netzfelderchen sitzend, Fig. *b.*»



Drynaria fascia Bayer. Von Vyserovic. *a*. Fertiles Fiederfragment in nat. Grösse; *b*, Blattausschnitt, etwa 3-mal vergrössert.» (Facsimile nach E. Bayer.)

Es scheint mir sehr wahrscheinlich dass die böhmische Pflanze mit unserer Art aus Grönland identisch ist, was aber erst entschieden werden kann, nachdem wir die Nervatur dieser und den Bau der Sori von jener kennen gelernt haben. Wenn die Identität beider bewiesen werden kann, dann muss die Spezies *Nathorstia fascia* (Bayer) genannt werden, denn um eine *Drynaria* kann es sich hier nicht handeln.

Bayer hat die Übereinstimmung seines Fossils mit *Nathorstia* allerdings nicht übersehen, da er aber die von mir in Nordenskiölds Reisebericht gegebene Abbildung von der oben beschriebenen Art nicht kannte, gelten seine Bemerkungen hauptsächlich der

Nathorstia firma. Er scheint aber Heers Vergleich mit der *Kaulfussia* nicht bemerkt zu haben, denn er schreibt (24): »Die Soren des Abdruckes von *D. firmus* Heer, wenn auch etwas oval, liegen doch in der Nähe des Hauptnerven der Fieder, die also dadurch weder einer *Marattia*, wo die Synangien nahe am Rande sitzen, noch einer *Danaea*, wo die Synangien die ganze Unterfläche der Fieder einnehmen, gut entsprechen dürfte. Mit den Polypodieen dagegen ist hier die Verwandtschaft weit begreiflicher, besonders wenn man unsere Drynarien zu Rate zieht, welche die Zulässigkeit eines solchen Vergleiches sehr bekräftigen.»

Es ist aber offenbar nicht die Stellung sondern der Bau der Sori, der die Frage zu entscheiden hat, und nach der oben gegebenen Beschreibung der Sori von *Nathorstia* wird Bayers Annahme von selbst hinfällig.

In Bezug auf die übrigen Arten dieser Gattung sei bemerkt, dass ich die Meinung Bayers teile, nach welcher die beiden in der »Kreideflora der arktischen Zone» (21) von Heer beschriebenen Exemplare von *Danaeites firmus* Hr. nicht zu dieser Art, sondern vielmehr zu *Oleandra arctica* Hr. gehören. Ferner sei hervorgehoben, dass ich an einem Exemplar von *Nathorstia angustifolia* Hr. Spuren von Tertiärnerven beobachtet habe, die einen ziemlich ähnlichen Verlauf wie bei den von Bayer beschriebenen Drynarien zu haben scheinen. Hierbei darf aber nicht vergessen werden, dass auch *Kaulfussia* eine netzadrige Nervatur hat.

Was die anderen Gattungen betrifft, mit welchen *Nathorstia* verglichen wurde, so kommt vor allem *Laccopteris* in Betracht, denn es gibt äussere Ähnlichkeiten zwischen beiden, die unverkennbar sind. Nach den Aufschlüssen über den Bau der Sori von *Laccopteris Münsteri* Schenk, die wir Schenk (3, 25) wie auch Zeiller (26) verdanken, ist ein Indusium niemals beobachtet worden, die Sori bestehen aus 6—9 »Sporangien mit einem Receptaculum; mit schrägem, vollständigem aus stark verdickten Zellen bestehendem Ring, Sporen tetraedrisch kugelig». Bei *Laccopteris polypodioides* Brongn. sp. ist die Zahl der Sporangien etwas grösser; ich selbst habe 12 beobachtet, und Seward gibt bis zu 14 an (27). Die Stellung derselben im Sorus ist bei dieser Art eine solche (vergl. die Textfigur 10 bei Seward), dass der Ring eine beinahe senkrechte Lage im Verhältnis zur Oberfläche des Sorus erhält, weshalb der ganze Sorus eine gewisse Ähnlichkeit mit unseren Figuren 66, 68 und 69 darbietet. Seward hebt (28) mit Recht hervor, dass obschon kein Indusium bei *Lacopteris* beobachtet wurde, das Nichtvorhandensein eines solchen damit nicht nachgewiesen ist. »It is exceedingly difficult to determine whether or no an indusium was present in these fossil sori, and the ease with which the indusium of *Matonia* is detached emphasises the danger of drawing conclusions as to the indusiate or non-indusiate condition of certain kinds of fossil sori.»

Denken wir uns eine *Laccopteris* mit einem kräftigen Indusium versehen, so würde gewiss eine nicht geringe Ähnlichkeit mit unserer Pflanze vorhanden sein. Die noch mit Indusium versehenen Sori dürften ein Aussehen wie unsere Fig. 65 und 67. die mit abgeworfenem Indusium etwa wie unsere Fig. 66, 68 und 69 gehabt haben. Hätte man nur die äusseren Formen zu vergleichen, dann könnte man also scheinbar berechtigt sein, eine Verwandtschaft zwischen *Nathorstia* und *Laccopteris* zu urgieren. Die äusseren Formen sind aber bekanntlich oftmals trügerisch, und auch hier erhalten mir einen Be-

weis dafür. Denn der innere Bau der Sori von *Nathorstia* gibt einen ganz abweichenden Ausschlag, der eher für eine Verwandtschaft mit *Kaulfussia* spricht, wenn auch hier beträchtliche Verschiedenheiten vorhanden sind.

Unsere Pflanze scheint also noch ziemlich vereinzelt zu stehen. Wenn man aber einmal die Sori anderer fossiler Farne in ähnlicher Weise untersucht hat, dann werden hoffentlich auch bessere Aufschlüsse über die verwandtschaftlichen Beziehungen zwischen *Nathorstia* und anderen Gattungen zu erhalten sein.

6. Antholithus Zeilleri n. sp. mit noch erhaltenen Pollenkörnern aus den rhätischen Ablagerungen Schonens.

Taf. 2, Fig. 59, 60; Taf. 4.

Schon seit längerer Zeit fanden sich in der paläobotanischen Abteilung des Naturhistorischen Reichsmuseums zu Stockholm einige kleine Reste, die ich als Pollensäcke gedeutet hatte. Da das vollständigste Exemplar (Taf. 4, Fig. 80, 81) anscheinend einen Kreis von acht solchen Pollensäcken zeigte, hatte ich die Reste ohne nähere Untersuchung für die männlichen Blüten von *Baiera* angesehen. Schenk hat ja nämlich die Fossilien, die er in seiner Flora der Grenzschichten als *Stachyopitys Preslii* beschrieb, später — nachdem Heer seine Entdeckungen über *Ginkgo* veröffentlicht hatte — als männliche Blüten von *Baiera Münsteriana* gedeutet: »Männliche Blüten mit zahlreichen spiralig stehenden Staubblättern, Träger dünn, Staubblätter mit rudimentärer Blattfläche und 5—12 wirtelig stehenden Pollensäcken» (29).

Ich wollte nun im Anschluss an die oben beschriebenen Untersuchungen über die Erhaltung der Farnsporen eine Prüfung vornehmen, ob auch die Pollenkörner in den betreffenden Pollensäcken erhalten waren, weshalb die erwähnten Reste einer genaueren Untersuchung unterzogen wurden. Es kam mir dabei zweifelhaft vor, ob sie wirklich mit den als Blüten von *Baiera* gedeuteten Resten übereinstimmen könnten, und da das Gestein, in welchem sie eingeschlossen waren, ein blätteriger Ton oder Schieferton war, meinte ich, dass ein Versuch die pflanzlichen Reste aus demselben zu isolieren, sich wahrscheinlich der Mühe verlohnen würde. Die beiden sehr kleinen Stücke stammten vom oberen Flöz der Grube Bosarp, wo *Lepidopteris Ottonis* in ähnlicher Erhaltung wie *Bothrodendron* in den Blätterkohlen Russlands häufig vorkommt.

Die Stücke wurden zunächst mit Salpetersäure allein, später mit Zusatz von chlorsaurem Kali behandelt, und es zeigte sich bald, dass sie ausser den an der Oberfläche sichtbaren Resten der Antholithen auch andere Exemplare derselben enthielten. Es gelang mir dieselben vom Ton zu isolieren, und sie traten dabei in von den mutmasslichen *Baiera*-Blüten völlig abweichender Gestalt hervor. Nebenbei sei nachdrücklich hervorgehoben, dass wenn diese Isolierung nicht gelungen wäre, man kaum anderes hätte glauben können, als dass es sich um einige mit den *Baiera*-Staubblättern analoge Reste handeln müsse,

ein neuer Beweis dafür, wie vorsichtig man bei diesen Untersuchungen sein muss, eine Erkenntnis, der sich der Paläobotaniker nicht oft genug erinnern kann.

Die Pollensäcke sind nicht an die Spitze von spiralig um eine Achse stehenden Staubblättern sondern von dichotom geteilten Organen gestellt. Wie diese zu deuten sind lässt sich nicht mit Sicherheit entscheiden, der Übergang von denselben zu den Pollensäcken ist aber so unscharf, dass es kaum zweifelhaft ist, dass wir es mit verzweigten Staubblättern zu tun haben, wie solche ja bei mehreren Angiospermen vorkommen. Die Auszweigungen sind dichotom geteilt und die Verzweigung liegt wenigstens jetzt in einer Ebene, was wahrscheinlich ursprünglich war und nicht nur durch den Druck verursacht ist, denn die Pollensäcke sind nur an der einen Seite dieser Ebene aufgestellt.

Die Figuren 80 und 81 auf Tafel 4 sind Photographien in vierzehnfacher Vergrösserung der beiden Seiten eines und desselben Exemplares, und zwar desjenigen, das mich seinerzeit veranlasste unseren *Antholithus* als eine *Baiera*-Blüte zu deuten. Dies Exemplar ist nicht chemisch behandelt worden sondern in ursprünglicher Erhaltung bewahrt. Hier sehen wir in Fig. 81 acht Pollensäcke, die beinahe von demselben Punkt ausstrahlen, und an der anderen Seite (Fig. 80) kommt auch der Träger zum Vorschein (die unscharfe, längliche Partie). Von dem dichotom verzweigten Exemplar Fig. 83 sind die Pollensäcke nur an einer der Auszweigungen erhalten, einer derselben an ihrer Spitze, die übrigen fünf oder sechs mehr seitlich gestellt. Das schöne Exemplar Fig. 84 in natürlicher und Fig. 85 in vierfacher Grösse zeigt vier Auszweigungen, von welchen die beiden obersten noch die meisten ihrer Pollensäcke tragen (die linke sogar alle). Hier sehen wir wieder einen oder zwei Pollensäcke an der Spitze, während die übrigen eine mehr seitliche Stellung behaupten. Sie stehen jedoch einander so nahe, dass sie leicht eine kreisförmige Lage erhalten können.

Die Zahl der Pollensäcke an der letzten Auszweigung scheint in der Regel acht gewesen zu sein, was ich wiederholt gefunden habe. Die beiden soeben besprochenen Exemplare sind zweimal gegabelt, so dass sie vier Auszweigungen haben. Das Exemplar Fig. 82, das seine Pollensäcke verloren hat, deutet aber an, dass die Verzweigung noch weiter fortschreiten kann, und der Umstand, dass viele verzweigte Exemplare in demselben sehr dünnen Gesteinstück, dessen Länge und Breite nur etwa 30 mm. betrug, vorhanden waren, kann ebenfalls auf eine wiederholte Verzweigung deuten. Die Kutikula der Auszweigungen zeigt Spaltöffnungen, die denen von *Baiera* recht ähnlich sind.

An der Spitze der Pollensäcke findet sich eine Spalte, die jedoch nur an der einen Seite bis zur Basis derselben reicht. Wenn man das Gewebe zu beiden Seiten dieser Spalte, längs welcher die Pollensäcke sich öffneten, aufbiegt, so erhält man das Bild, das uns Fig. 86 veranschaulicht: die breitere nur an der Spitze gespaltene Membrane in der Mitte, und beiderseits die schmaleren Lappen, von welchen jeder etwa der Hälfte des vorigen entspricht. Fig. 87 gewährt über die Gestalt der Epidermiszellen dieses Gewebes Aufschluss.

Um zu erfahren, ob die Pollenkörner in den Pollensäcken noch erhalten waren, habe ich einen ungeöffneten Pollensack in gewöhnlicher Weise behandelt. Es zeigte sich dabei, dass derselbe ganz mit Pollenkörnern gefüllt war, die oval sind und an Länge etwa 36—48 μ, meistens 40—43 μ messen. Ihre Form ist der der Pollenkörner von

Ginkgo aber auch der von Cycadophyten ähnlich. Fig. 88 zeigt eine Sammlung von solchen Körnern nebst anderen Residuen des Inhalts des Pollensackes ($^{170}/_1$), während Fig. 89 zwei Körner in stärkerer Vergrösserung ($^{340}/_1$) und die Bleistiftzeichnungen Taf. 2, Fig. 59 und 60 zwei andere Pollenkörner desselben Pollensackes in $^{500}/_1$ zeigen. In der Falte zwischen den beiden Membranstücken Fig. 87 sind noch einige Pollenkörner *in situ* erhalten, und zwei Pollensäcke eines hier nicht abgebildeten verzweigten Exemplars zeigen eine Menge *in situ* noch erhaltener Pollenkörner.

Die Photographien Fig. 90 und 91 stellen die beiden Gegenplatten eines Exemplars von unserem *Antholithus* aus Bjuf in natürlicher Grösse dar. Hier sieht es aus, als kämen mehrere Staubblätter an einem Stengelteil vor, der selbst an der Spitze gegabelt zu sein scheint. Auf der linken Seite in Fig. 90 sieht man zu unterst zwei Sammlungen von Pollensäcken, die offenbar zu zwei Auszweigungen desselben Staubblattes gehören. Das ganze ist übrigens leider zu undeutlich um sichere Schlussfolgerungen aus diesem Exemplar zu gestatten; die Pollensäcke selbst sind aber gut erhalten, Fig. 78 und 79 zeigen einige derselben, die vom Gestein losgemacht und von den beiden gegenübergestellten Seiten photographirt worden sind.

Es dürfte sich kaum verlohnen hier eine Vermutung über die Mutterpflanze unseres *Antholithus* auszusprechen. Es ist möglich, dass er zu einem Ginkgophyt gehört hat, die Möglichkeit aber, dass es sich statt dessen um ein Cycadophyt handeln kann, ist eben nicht ausgeschlossen. Man könnte an die von Fujii (30) beschriebenen, Pollensäcke tragenden Blätter von *Ginkgo biloba* in dieser Zusammenhang erinnern und vielleicht könnte man auch die Gabelung der fossilen Staubblätter als Stütze für jene Annahme anführen wollen, da ja die Blätter der Ginkgophyten in der Regel eine gabelige Teilung zeigen; auf der anderen Seite kommt ja Gabelung auch unter den Cycadophyten vor. Es bleibt der Zukunft vorbehalten Aufschlüsse hierüber zu bringen.

F. Leuthardt hat recht ähnliche Gebilde non Neuewelt bei Basel (Trias) beschrieben (31), die er als männliche Blüten von *Baiera furcata* Hr. gedeutet hat, wobei allerdings zu bemerken ist, dass die Zusammengehörigkeit mit dieser nicht erwiesen ist. Nach der grossen von Leuthardt auf seiner Taf. 3, Fig. 1 abgebildeten Platte könnte man auch hier vermuten, dass es sich um ziemlich zusammengesetzte Bildungen handelt. Mit Sicherheit konnte entschieden werden, dass Gruppen von Pollensäcken »alternierend zu 10 bis 15 um eine gemeinsame Achse sich lagern . . . An der Hauptspindel entspringt ein 3 mm. langes Filament, das sich flächenartig erweitert. Von dieser Staubblattfläche aus strahlen in regelmässigen Abständen vier Antherengruppen zu je drei Pollensäcken aus. Jede Gruppe steht auf einem besonderen Stiele«.

Leuthardts Fig. 2 lässt sich also in gewissem Sinne mit unseren Figuren 83 und 84 vergleichen, doch fehlt bei diesen die erweiterte »Staubblattfläche» und die letzten Ausweigungen tragen 8 statt 3 (oder 4) Pollensäcke, die auch in abweichender Weise angeheftet sind. Dass eine Verwandtschaft zwischen dem von Leuthardt beschriebenen Fossil und *Antholithus Zeilleri* besteht, unterliegt jedoch keinem Zweifel.

Die Unmöglichkeit jetzt die systematische Stellung dieses mit Sicherheit entscheiden zu können hat mich veranlasst den in dieser Hinsicht nichtssagenden Gat-

tungsnamen *Antholithus* anzuwenden. Es scheint mir nämlich zweckmässig diesen Namen in seiner ursprünglichen Bedeutung als einen Kollektivnamen für fossile Blüten im allgemeinen beizubehalten, da eine solche Benennung oftmals vonnöten ist. Ich habe die Art dem ausgezeichneten Paläobotaniker Herrn René Zeiller in Paris gewidmet, dem wir so viele wichtige Beiträge zur Kenntnis von der Flora der Vorwelt verdanken.

Ich benutze die Gelegenheit zu bemerken, dass der Name *Antholithus* in obiger genereller Bedeutung nicht von Brongniart sondern von Linné gebildet worden ist, der in der zwölften Ausgabe seiner Systema naturae (Tom. 3, S. 172, 1768) *Antholithus* als Benennung für »*Phytolithus floris*» benutzt (32). An gleicher Stelle hat er auch *Carpolithus* für »*Phytolithus fructus*», weshalb er und weder Sternberg noch Stokes und Webb als Autor für *Carpolithus* aufzuführen ist.

Antholithus Zeilleri ist bisher nur in den rhätischen Schichten bei Bosarp (von A. F. Carlson 1885) und Bjuf in Schonen gefunden worden.

Literatur-Liste.

1. H. Graf zu Solms-Laubach, Die strukturbietenden Pflanzengesteine von Franz Josefs Land. K. Sv. Vet. Akad. Handlingar. Bd. 37, N:o 7. Stockholm 1904.
2. J. G. Bornemann, Über organische Reste der Lettenkohlengruppe Thüringens. 4:o. Leipzig 1856.
3. A. Schenk, Die fossile Flora der Grenzschichten des Keupers und Lias Frankens. 4:o. Wiesbaden 1867.
4. R. Zeiller, Observations sur quelques cuticules fossiles. Ann. d. sc. natur. 6:e série, Botanique, t. 13. 1882.
5. — Bassin houiller et permien de Blanzy et du Creusot. Fascicule 2. Flore fossile. (Études des gites minéraux de la France.) 4:o. Paris 1906.
6. A. G. Nathorst, Om några ginkgoväxter från kolgrufvorna vid Stabbarp i Skåne. Lunds Univ. Årsskrift. N. F. Afd. 2. Bd 2. N:o 8. Lund 1906.
7. —— Paläobotanische Mitteilungen, 1 & 2. K. Sv. Vet. Akad. Handlingar. Bd 42, N:o 5. Stockholm & Uppsala 1907.
8. O. Heer, Flora fossilis helvetiae. Die vorweltliche Flora der Schweiz. Fol. Zürich 1877.
9. R. Kidston, On the Microsporangia of the Pteridospermeae, with Remarks on their Relationship to Existing Groups. Philos. Trans. Roy. Soc. of London. Ser. B, vol. 198. 1906.
10. E. A. N. Arber, On a New Pteridosperm possessing the Sphenopteris Type of Foliage. Ann. of Botany. Vol. 22, n:o 85. London 1908.
11. D. Stur, Die Carbon-Flora der Schatzlarer Schichten. Abt. 1. Die Farne. Abh. k. k. geolog. Reichsanstalt. Bd 11. Wien 1885.
12. A. G. Nathorst, Paläobotanische Mitteilungen, 3. K. Sv. Vet. Akad. Handlingar. Bd 43, N:o 3. Stockholm & Uppsala 1908.
13. Th. G. Halle, Zur Kenntniss der mesozoischen Equisetales Schwedens. Ibidem. Bd 43, N:o 1. 1908.
14. A. G. Nathorst, Über den gegenwärtigen Standpunkt unserer Kenntniss von dem Vorkommen fossiler Glacialpflanzen. Bihang till K. Sv. Vet.-Akad. Handl. Bd 17, Afd. 3, N:o 5. Stockholm 1892.
15. G. Andersson, Om slamning af torf. Geologiska Fören. i Stockholm förhandlingar. Bd 14. 1892. Vergl. auch A. G. Nathorst, Eine Probe aus dem Torflager bei Lauenburg an der Elbe. Naturwiss. Wochenschrift. 9. Berlin 1894.
16. A. G. Nathorst, Bemerkungen über *Clathropteris meniscioides* Brongniart und *Rhizomopteris cruciata* Nathorst. K. Sv. Vet. Akad. Handlingar. Bd 41, N:o 2. Stockholm & Uppsala 1906.
17. —— Fossil plants from Franz Josefs Land. The norwegian north polar expedition 1893—1896. Scientific results. Vol. 1. N:o 3. Christiania 1899.

18. A. G. NATHORST, Zur mesozoischen Flora Spitzbergens. K. Sv. Vet. Akad. Handlingar. Bd 30, N:o 1. Stockholm 1897.
19. —— Bidrag till Sveriges fossila flora. [1]. Växter från rätiska formationen vid Pålsjö i Skåne. Ibidem. Bd 14, N:o 3. Stockholm 1876. Vergl. auch die deutsche Ausgabe: Beiträge zur fossilen Flora Schwedens. 4:o. Stuttgart 1878.
20. O. HEER, Flora fossilis arctica. Die fossile Flora der Polarländer. [1]. 4:o. Zürich 1868.
21. —— Die Kreide-Flora der arctischen Zone. K. Sv. Vet. Akad. Handlingar. Bd 12, N:o 6. Stockholm 1874. (Auch in Flora foss. arctica. Bd 3.)
22. —— Nachträge zur fossilen Flora Grönlands. Ibidem. Bd 18, N:o 2. Stockholm 1880. (Auch in Flora foss. arctica. Bd 6: 1.)
23. A. E. NORDENSKIÖLD, Den andra Dicksonska expeditionen till Grönland. 8:o. Stockholm 1885. Die beiden von mir verfassten Kapitel sind auch in sehr wenigen Exemplaren separat erschienen und zwar unter dem Titel: A. G. NATHORST, Paleontologiska forskningar vid Wajgattet och Sofias färd till Kap York. Stockholm 1885.
24. E. BAYER, Einige neue Pflanzen der Perucer Kreideschichten in Böhmen. Sitzb. d. k. böhm. Ges. d. Wiss. Math.-naturw. Classe 1899. Siehe auch: A. FRIČ und E. BAYER, Studien im Gebiete der böhmischen Kreideformation. Perucer Schichten. Archiv d. naturw. Landesdurchforschung von Böhmen. Bd 11, N:o 2. Prag 1900.
25. A. SCHENK, Die fossilen Pflanzenreste. (Sonderabdruck aus dem Handbuch der Botanik). 8:o. Breslau 1888.
26. R. ZEILLER, Sur les affinités du genre *Laccopteris*. Bull. soc. bot. de France, t. 32. 1885.
27. A. C. SEWARD, The Jurassic Flora. 1. The Yorkshire Coast. Catalogue of the Mesozoic Plants in the Departement of Geology British Museum (Natural History). London 1900.
28. —— On the Structure and Affinities of *Matonia pectinata* R. Br., with notes on the Geological History of the Matonineae. Philos. Trans. Roy. Soc. of London. Ser. B, vol. 191. London 1899.
29. A. SCHENK, Palaeophytologie. (Handbuch der Palaeontologie von K. A. Zittel. 2. Abteil. Palaeophytologie, begonnen von W. Ph. Schimper, fortgesetzt und vollendet von A. Schenk.) München und Leipzig 1890.
30. K. FUJII, On the different views hitherto proposed regarding the morphology on the flowers of *Ginkgo biloba*. Bot. Magaz. Tokyo. 10. 1896.
31. F. LEUTHARDT, Die Keuperflora von Neuewelt bei Basel. 1. Teil. Phanerogamen. Zürich 1903. Abh. d. schweiz. paläont. Ges. Vol. 30.
32. C. A LINNÉ, Systema naturae. T. 3. Holmiae 1768. 8:o.

TAFELERKLÄRUNGEN

TAFEL 1

Baiera spectabilis Nath.

Fig. 1. Präparat der Kutikula eines Lappens. Der dunkle Streif in der Mitte entspricht dem Blattrande, und die Kutikula der Unterseite *(b)* ist aufgebogen, so dass sie zur rechten des Randes in derselben Ebene wie die der Oberseite *(a)* zu liegen kommt. Nat. Grösse.
2. Partie desselben Präparates, $^{40}/_1$. Links die Kutikula der Oberseite, rechts die der Unterseite.

Ctenozamites Leckenbyi Bean sp.

Fig. 3. Blättchen. Nat. Grösse.
4. Blättchen dessen beide Kutikulen obschon getrennt doch am Rande des Blättchens zusammenhängen; *a*, die Kutikula der oberen, *b*, die der unteren Seite. Nat. Grösse.
5. Partie der beiden Kutikulen neben einander, $^{40}/_1$. Links die Kutikula der Oberseite, rechts die der Unterseite.

Dictyophyllum exile Brauns sp.

Fig. 6. Sporensammlung eines Sporangiums und Partie eines zweiten. Zwischen beiden eine Spore. $^{90}/_1$.

Todites Williamsoni Brongn. sp.

Fig. 7. Sporensammlung eines Sporangiums. $^{90}/_1$.

Danaeopsis lunzensis Stur.

Fig. 8. Eine Spore. $^{300}/_1$.

Asterotheca Meriani Brongn. sp.

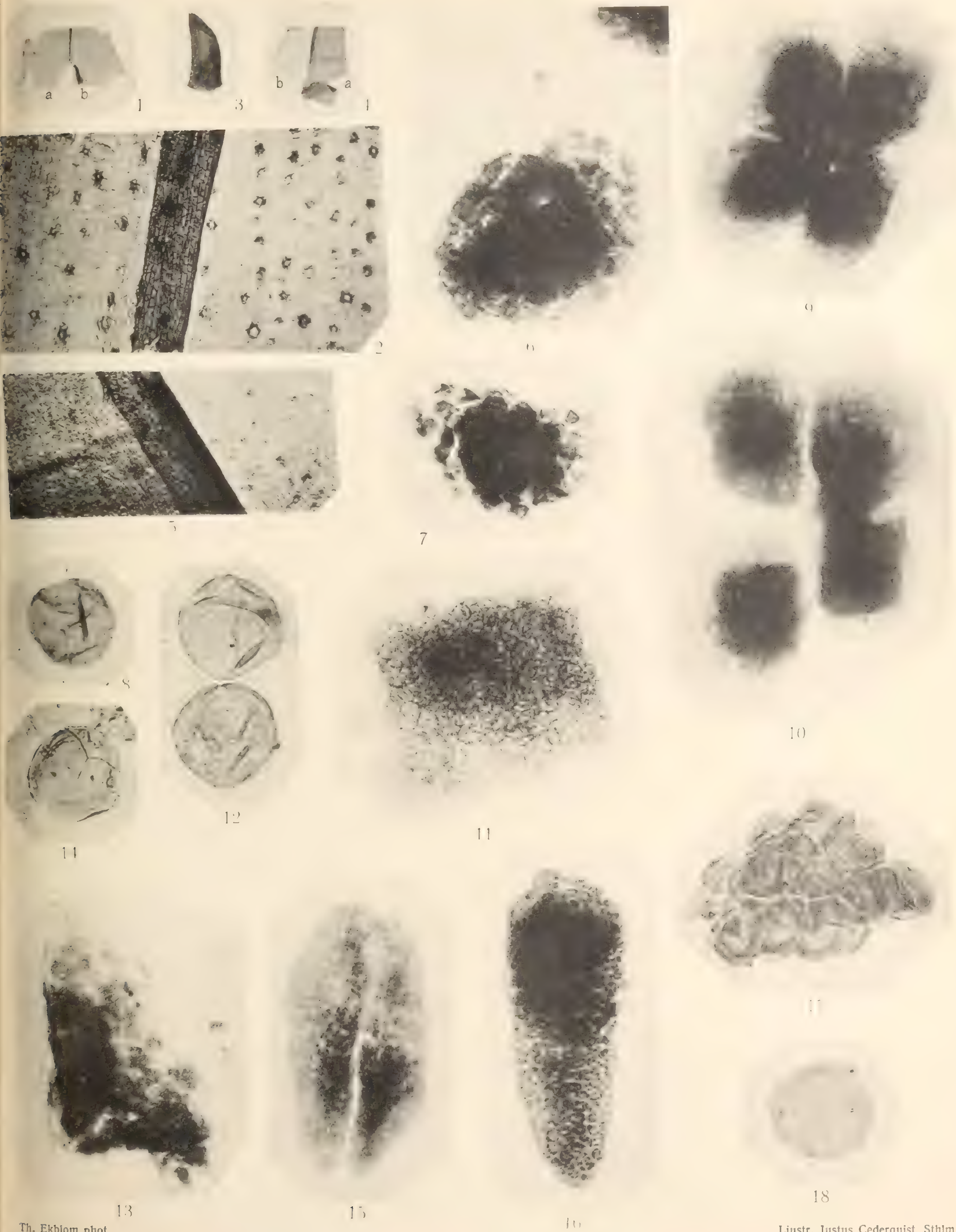
Fig. 9. Die vier noch zusammenhängenden Sporensammlungen. $^{40}/_1$.
10. Vier Sporensammlungen, von welchen zwei sich von den übrigen abgesondert haben. $^{40}/_1$.
11. Eine von den vier Sporensammlungen. $^{90}/_1$.
12. Zwei Sporen. $^{500}/_1$.

Pecopteris (Asterotheca) Miltoni Artis.

Fig. 13. Mehrere Sporen. $^{90}/_1$.
14. Eine Spore. $^{500}/_1$.

"Pecopteris Nestleriana Brongn."?

Fig. 15. Zwei an der Basis noch zusammenhängende Sporensammlungen. $^{50}/_1$.
16. Isolierte Sporensammlung. $^{90}/_1$.
17. Partie einer Sporensammlung. $^{300}/_1$.
18. Eine Spore. $^{500}/_1$.



Th. Ekblom phot.

Ljustr. Justus Cederquist, Sthlm.

TAFEL 2

Cf. Sphenopteris Schaumburg-Lippeana Stur sp. (Carpolithus Nathorsti Arber.)

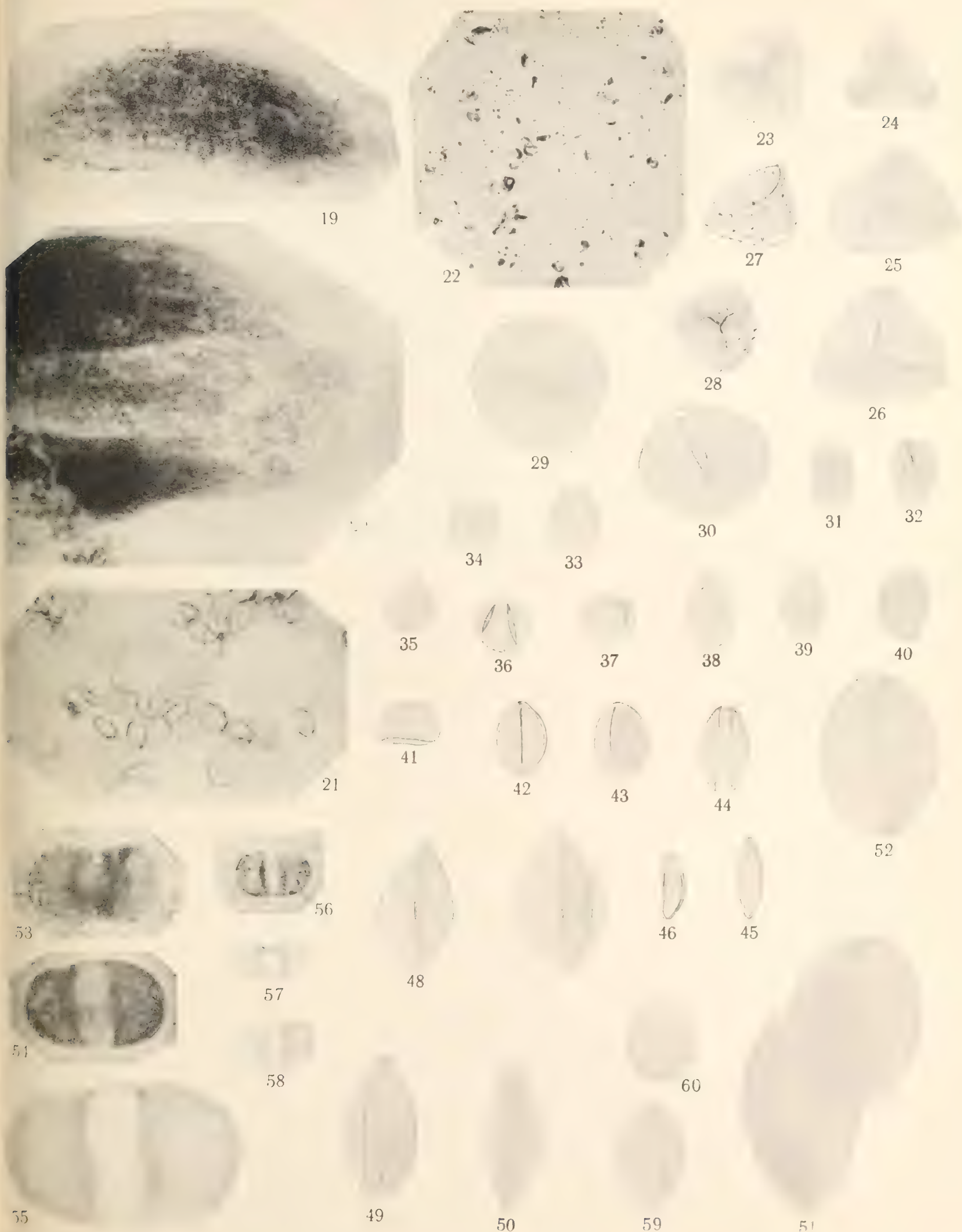
Fig. 19. Noch zusammenhängende Sporensammlung. $^{90}/_{1}$.
» 20. Eine durch Einwirkung von Ammoniak in Auflösung begriffene Sporensammlung. $^{90}/_{1}$.
» 21. Sporen. $^{270}/_{1}$.

Sporen und Pollenkörner aus der Tonschicht des Hörsandsteins.

Fig. 22. Präparat mit mehreren Sporen u. s. w. $^{90}/_{1}$.
» 23—26. Glatte, kugeltetraedrische Sporen. 1, S. 12. $^{500}/_{1}$.
» 27, 28. Kugeltetraedische Sporen mit Warzen. 2, S. 13. $^{500}/_{1}$.
» 29, 30. Grosse, kugelförmige Sporen. 3, S. 13. $^{500}/_{1}$.
» 31—41. Kleine kugelförmige und ovale Sporen. 4, S. 13. $^{500}/_{1}$.
» 42—46. Kleine ovale Pollenkörner. 5 a, S. 13. $^{500}/_{1}$.
» 47—50. Mittelgrosse ovale Pollenkörner. 5 b, S. 13. $^{500}/_{1}$.
» 51, 52. Sehr grosse ovale Pollenkörner. 5 c, S. 13. $^{500}/_{1}$.
» 53—55. Grosse *Pinus*-ähnliche Pollenkörner. 6, S. 13; 53 $^{260}/_{1}$, 54 $^{300}/_{1}$; 55 $^{500}/_{1}$.
» 56—58. Kleine, geflügelte Sporen oder Pollenkörner. 7, S. 13. $^{500}/_{1}$.

Antholithus Zeilleri Nath.

Fig. 59, 60. Zwei Pollenkörner. $^{500}/_{1}$.



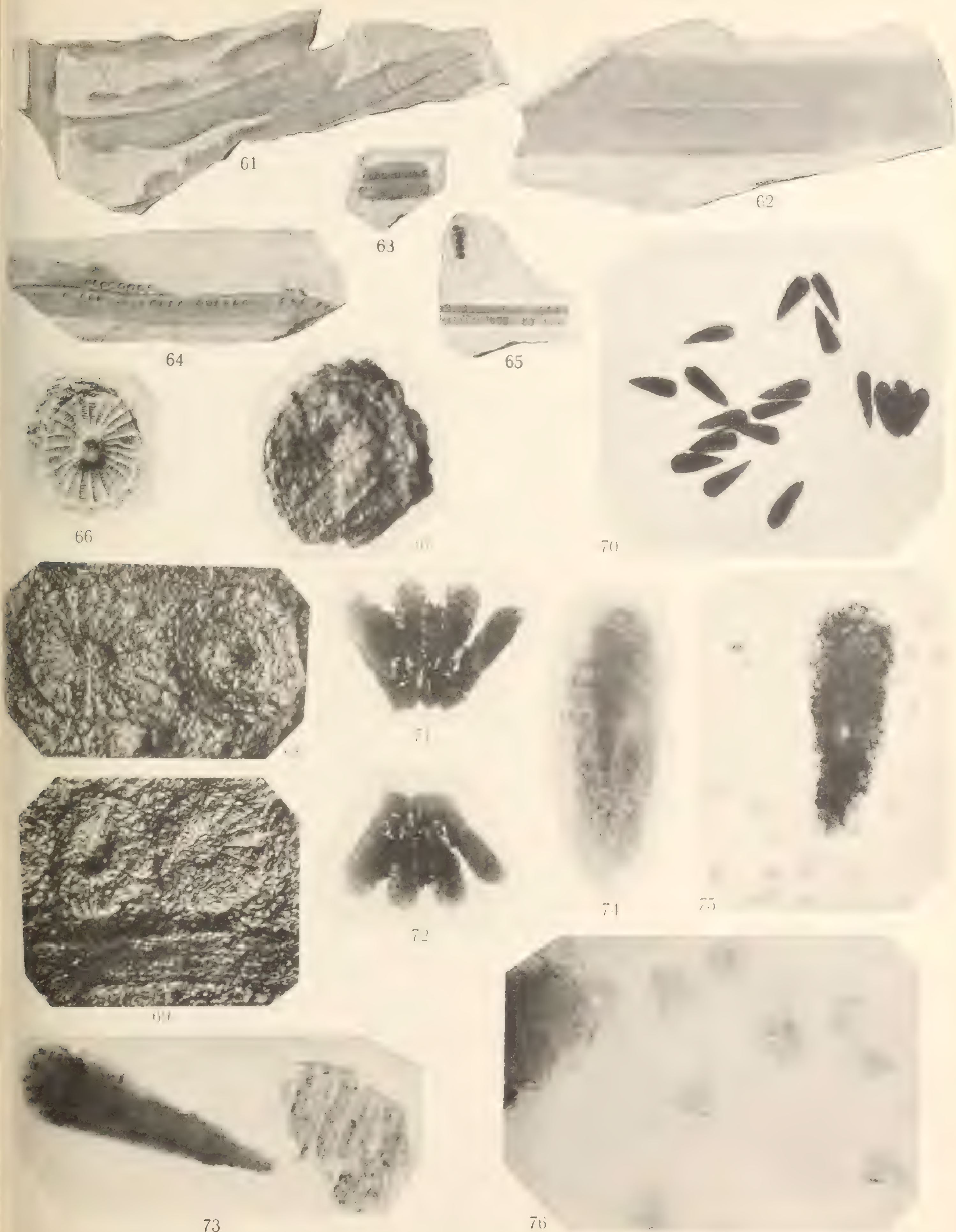
Th. Ekblom phot. et del.

Ljustr. Justus Cederquist, Sthlm.

TAFEL 3

Nathorstia latifolia n. sp.

Fig. 61. Blattspindel mit drei Fiederchen. Nat. Grösse.
62. Einzelnes Fiederchen, das ungewöhnlich breit ist. Nat. Grösse.
63. Abdruck eines jungen Fiederchens mit unvollständig entwickelten Sori. Nat. Grösse.
64. Abdruck eines Fiederchens mit Sori. Nat. Grösse.
65. Sori und Abdrücke derselben an jeder Seite des Mittelnervs, während die übrigen Teile des Fiederchens verwischt sind. Nat. Grösse.
66. Abdruck eines Sorus mit radialen Leisten und konzentrischen Linien. $^{12}/_1$.
67. Verkohlter Sorus. $^{20}/_1$.
68, 69. Abdrücke von Sori. $^{15-16}/_1$.
70. Achtzehn keilförmige Sporensammlungen, die von demselben Sorus stammen. Drei derselben hängen noch zusammen. $^{18}/_1$.
71, 72. Vier Sporensammlungen, deren verkohlte Scheidewände z. T. noch erhalten sind. Dasselbe Exemplar von beiden Seiten photographiert. 71 $^{45}/_1$, 72 $^{41}/_1$.
73. Sporensammlung und eine Partie mit Treppentracheiden, die vielleicht vom Sorus stammt. $^{90}/_1$.
74, 75. Sporensammlungen, diejenige von Fig. 75 von isolierten Sporen umgeben. $^{90}/_1$.
76. Einige Sporen des vorigen Exemplars, in stärkerer Vergrösserung. $^{260}/_1$.



C. Hedelin del., Th. Ekblom phot. Ljustr. Justus Cederquist, Sthlm.

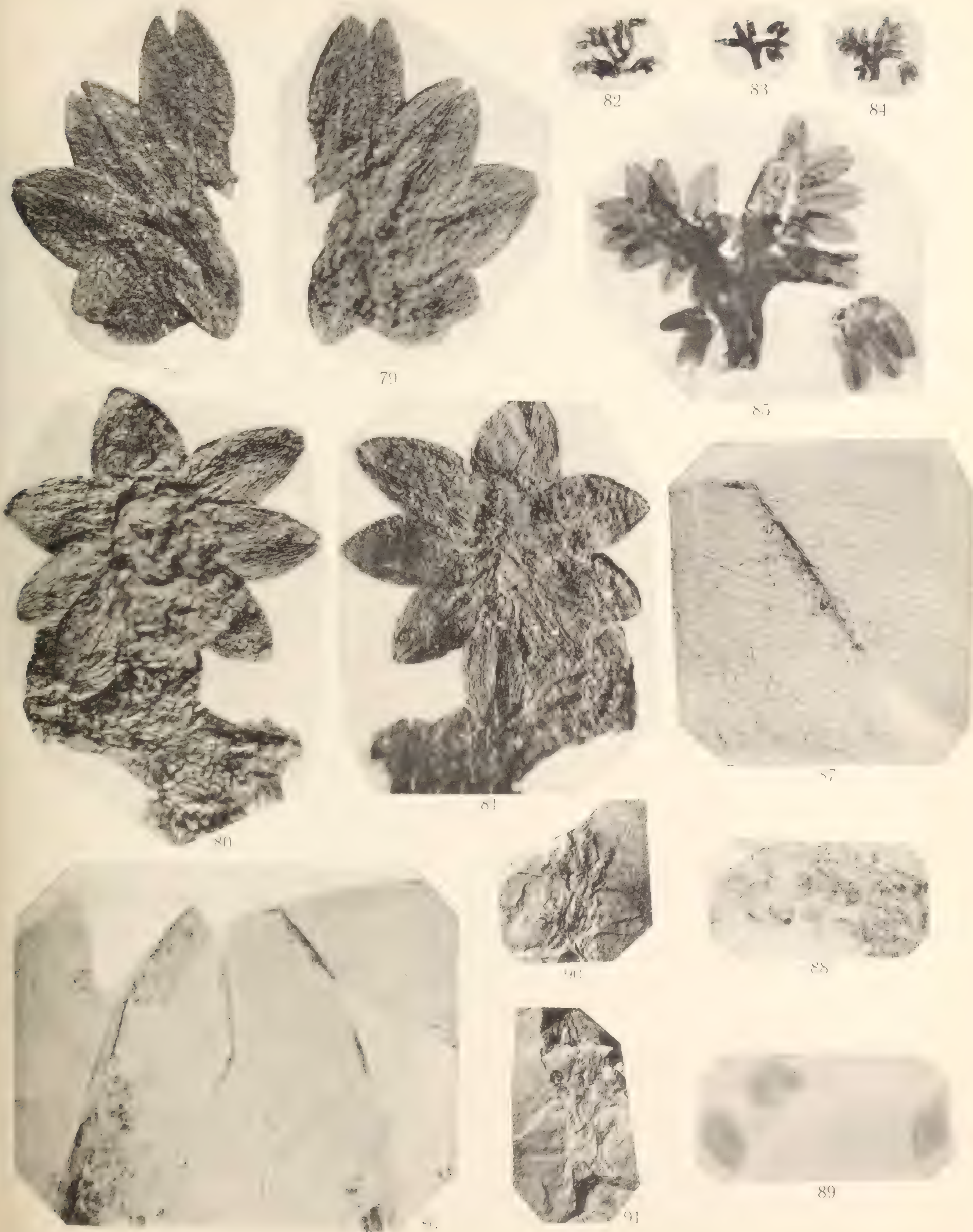
TAFEL 4

Antholithus Zeilleri n. sp.

Fig. 78, 79. Fünf zusammenhängende Pollensäcke eines Exemplares von Bjuf, von beiden Seiten photographiert. $^{14}/_{1}$.
80, 81. Acht beinahe kreisförmig gestellte Pollensäcke eines Exemplares von Bosarp, von beiden Seiten photographiert. $^{14}/_{1}$.
82. Dichotom verzweigtes Staubblatt, dessen Pollensäcke abgefallen sind. Nat. Grösse.
83. Dichotom verzweigtes Staubblatt, an dessen rechter Auszweigung einige Pollensäcke noch erhalten sind. Nat. Grösse.
84. Wie das vorhergehende, mit den meisten Pollensäcken erhalten. Nat. Grösse.
85. Das vorhergehende Exemplar viermal vergrössert.
86. Gespaltener Pollensack mit aufgebogenen Seitenlappen. $^{40}/_{1}$.
87. Partie des vorhergehenden. $^{90}/_{1}$.
88. Gruppe von Pollenkörnern. $^{170}/_{1}$.
89. Zwei Pollenkörner. $^{340}/_{1}$.
90, 91. Die beiden Gegenplatten eines Exemplares im grauen Ton von Bjuf. Nat. Grösse.

Tryckt den 26 juni 1908.

Uppsala 1908. Almqvist & Wiksells Boktryckeri-A.-B.



Th. Ekblom phot. Ljustr. Justus Cederquist, Sthlm.

KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 43. N:o 7.

ÜBER

DEN BAU UND DIE ENTWICKLUNG

DER FLORIDEENGATTUNG

MARTENSIA

VON

NILS SVEDELIUS

MIT 4 TAFELN UND 62 FIGUREN IM TEXT

MITGETEILT AM 9. SEPTEMBER 1908 DURCH V. WITTROCK UND A. G. NATHORST



UPPSALA & STOCKHOLM
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.
1908

Die Algengattung *Martensia* wurde im Jahre 1841 von HERING aufgestellt, damals nur durch eine kurze lateinische Diagnose in Annals and Magazine of Natural History (Okt. 1841) charakterisiert. Sie gründete sich auf Material, das von Dr. KRAUSS aus der Natalbucht (Südafrika) heimgebracht worden war. Nach HERING's Tod veröffentlichte KRAUSS in Flora 1844 aufs neue die Diagnose derselben Art, nun aber von einer in HERING's Papieren angetroffenen, ausführlicheren Beschreibung sowie Abbildungen begleitet. Hier finden wir zum ersten Mal eine Beschreibung des schönen, netzförmigen Baues bei dieser Gattung, obwohl jedoch die Entstehung des Netzwerks nicht vollständig oder nicht in völliger Übereinstimmung mit der Wirklichkeit geschildert wird.

Im selben Jahre (1844) veröffentlichte W. J. HOOKER in »Icones Plantarum» (Bd. 7; Taf. 697) ein Bild von dieser *Martensia elegans* nebst Beschreibung. Hier wird darauf hingewiesen, dass das Netzwerk »doppelt» ist, d. h. eigentlich aus zwei, durch transversale Gewebsschichten verbundenen Netzsystemen besteht, und dass diese es sind, in denen die Tetrasporen gebildet werden. Ein ziemlich korrektes Bild hiervon wird geliefert — im Gegensatz zu dem in dieser Hinsicht unrichtigen bei HERING-KRAUSS. Die Entstehung des Netzwerks wird aber nicht behandelt. HOOKER gibt auch eine Abbildung von Tetrasporangiensori auf dem zusammenhängenden, nicht netzförmig durchbrochenen Teil.

Im Jahre 1847 publiziert W. H. HARVEY in »Nereis australis» ein Bild nebst Beschreibung von *Martensia elegans* von Port Natal, von wo HARVEY ein reiches Material erhalten zu haben scheint. Das Bild zeigt nichts Neues im Vergleich mit dem von HOOKER veröffentlichten, in der Beschreibung wird aber ein Versuch gemacht, die Entstehung der eigentümlichen, netzförmigen Struktur zu erklären. Das Netz wird völlig korrekt als auf vollentwickeltem Stadium aus vertikalen Zellenscheiben (»compressed laminæ») bestehend beschrieben, welch letztere auf beiden Seiten durch »cross bars» miteinander verbunden sind. Das Wachstum soll dagegen unmittelbar nach innen vom Aussenrande und in den oberen Maschen des fertiggebildeten Netzes stattfinden. HARVEY nimmt an, dass die Zone sich unmittelbar nach innen vom Aussenrande mit gleichmässigen Zwischenräumen längs dem ganzen Rande zusammenzieht, bis eine Reihe von Öffnungen

gebildet worden ist. Diese Öffnungen vergrösserten sich dann zu einer bestimmten Grösse, die sie dann behielten, und eine neue Reihe von Öffnungen würden oberhalb derselben gebildet, auf diese Weise ein neues Glied in dem Netz bildend. Derart geschehe das Wachstum Reihe für Reihe. Die dem Aussenrande nächstliegenden Öffnungen seien die jüngsten und daher auch am kleinsten!

In den Jahren 1853—54 beschrieb HARVEY auf seiner Reise nach Zeylon und Australien drei neue *Martensia*-Arten, nämlich *M. fragilis* von Zeylon und *M. denticulata* und *australis* von Australien. Neue Beobachtungen über die Entstehung des Netzwerks u. s. w. werden aber nicht mitgeteilt.

Im Jahre 1854 beschrieb endlich J. G. AGARDH in einer Abhandlung, »Nya Algformer» (Öfversigt af K. Vetenskaps-Akademiens förhandlingar, Jhrg. 11, Nr. 4) unter anderem auch eine neue Algengattung *Mesotrema*, »genus novum, Martensiæ proximum». Diese Gattung, AGARDH nur in sterilem Zustande bekannt, sollte sich von *Martensia* hauptsächlich durch eine verschiedenartige Entstehung des netzförmigen Baues unterscheiden, sowie dieser von HARVEY beschrieben worden war. Nach HARVEY sollte das Netzwerk bei *Martensia* dadurch gebildet werden, dass unmittelbar nach innen von dem äusseren peripherischen, zusammenhängenden Teil Öffnungen entständen, die sich dann allmählich erweiterten, und neue Reihen von Öffnungen sukzessiv nach innen vom Rande entständen. Bei *Mesotrema* dagegen sollte das Netzwerk in Zusammenhang mit dem fächerförmigen Wachstum der Pflanze in die Breite gebildet werden. Nach innen von dem äussersten zusammenhängenden Rande ordneten sich die Zellen in Reihen. In dem Masse, wie das Blatt in die Breite wüchse, würden diese Zellreihen voneinander getrennt, sodass sie gleichsam voneinander freistehende Säulenreihen bildeten, welche den unteren zusammenhängenden Thallusteil mit dem peripheren oberen verbänden. Die Öffnungen entständen also durch die Ausdehnung des Blattes in die Breite, und je breiter das Blatt würde, um so grösser würden die Öffnungen. Hieraus folgte, dass die Öffnungen in der Basis kleiner seien als nach oben zu, da das Wachstum in die Breite am grössten nach oben sei.

In »Species Genera et Ordines Algarum» (II, 3) zieht jedoch J. G. AGARDH selbst seine Gattung *Mesotrema* ein und behält sie nur als Untergattung unter *Martensia* bei, welche Gattung nun durch HARVEY's Funde in Australien und anderwärts noch um einige weitere Arten vermehrt wird. In dieser seiner grösseren Arbeit stellt nun AGARDH auch in Kürze dar, wie er sich die Entstehung des Netzwerks denkt, wobei er jedoch zum Schluss bemerkt, dass der wirkliche Verlauf der Entstehung nur mit Schwierigkeit an dem ihm zugänglichen Material festzustellen war (»Attamen mihi incertum quomodo rite explicetur!»). Zu den Beobachtungen, welche AGARDH zuvor an *Martensia* (= *Mesotrema*) *pavonia* angestellt hat, werden nun neue hinzugefügt. Die erste Entstehung wird bei allen Arten wie bei *M. pavonia* geschildert. Die aufrechten, zuerst unterscheidbaren Zellreihen, welche die Maschen bilden, werden »trabeculae longitudinales» genannt. Durch Zellteilung in diesen entstehen nach AGARDH longitudinale und ausserdem auch transversale Falten. Diese auf beiden Seiten hervorragenden Falten, welche an Stärke zunehmen, bilden die »trabeculae». Der zwischen ihnen liegende Teil, der dünner ist, soll sie zunächst zusammenhalten, dann aber schliesslich reissen, sodass auf diese Weise

die Öffnungen entständen. Danach wüchsen diese dadurch an, dass die Balken sich verlängerten — AGARDH vermutet durch Zellstreckung. Die transversalen Balken (»trabeculae transversales») könnten nach AGARDH möglicherweise auf ein rhythmisches Wachstum des ganzen Thallus hindeuten. Schliesslich beobachtete AGARDH auch akzessorische Balken (»trabeculae accessoriae»), welche entstehen sollen, nachdem die longitudinalen ihr Wachstum abgeschlossen haben. Diese akzessorischen »trabeculae» seien alle transversal und zeigten eine scheinbar vage Anordnung. Zu bemerken ist auch, dass AGARDH hier davon spricht, dass bisweilen die Höhlungen, »fenestrae», zwischen den Balken »coecae», d. h. Blindfenster seien, indem sie durch Zellhäutchen zwischen den trabeculae verschlossen seien. AGARDH bemerkt schliesslich gegenüber HARVEY's Darstellung von der Entstehung der Höhlungen, dass diese nicht richtig sein könne. Entständen die Höhlungen sukzessiv nach innen zu von dem zusammenhängenden Aussenrande, so müssten ja die obersten, peripherischen Öffnungen als die jüngsten auch die kleinsten sein, nun verhält es sich aber umgekehrt: an der Peripherie sind die Öffnungen am grössten und an der Basis am kleinsten. HARVEY's Erklärung könne daher nicht richtig sein.

Neuere Untersuchungen betreffs des Baues von *Martensia* ausser den eben angeführten sind kaum vorhanden.

In SCHMITZ' und HAUPTFLEISCH's Darstellung der Familie Delesseriaceae in ENGLER und PRANTL, »Die Nat. Pflanzenfamilien», I, 2, S. 409, wird zwar eine korrekte aber kurze Darstellung des Baues von *Martensia* auf vollentwickeltem Stadium geliefert, darüber aber, wie die netzförmige Struktur entsteht, wird nichts erwähnt.

In DE TONI's »Sylloge Algarum» (IV, 2, S. 612) sowie in OLTMANNS' »Morphologie und Biologie der Algen» (I, S. 596) werden auch keine Aufschlüsse über den Baudieser Pflanze über das bereits Beschriebene und Bekannte hinaus geliefert. OLTMANNS weist auch darauf hin, dass der Aufbau dieser Pflanze einer näheren Klarstellung bedarf.[1]

Da der so eigentümliche Bau der *Martensia* noch nicht völlig klargestellt worden ist, und da in der Litteratur so verschiedene Ansichten bezüglich der Entstehung der netzförmigen Konstruktion vorliegen, so entschloss ich mich zu einer Untersuchung der fraglichen Gattung, von welcher die Art *M. fragilis* auf Zeylon, besonders bei Galle auf dem Korallenriff am Fusse der alten Festungsmauern, nicht selten war. Ich sammelte dort mein Untersuchungsmaterial zu verschiedenen Zeiten in den Jahren 1902—03 ein. Für die Hülfe und Unterstützung, die ich bei diesen wie allen meinen algologischen Forschungen auf Zeylon seitens des Vorstehers des »Ceylon Marine Laboratory», Mr. JAMES HORNELL, genoss, ist es mir eine angenehme Pflicht, hier meinen herzlichen Dank auszusprechen.

[1] Zu bemerken ist in diesem Zusammenhang, dass die in OLTMANNS' Arbeit (I, S. 596) abgebildete *Martensia* aller Wahrscheinlichkeit nach nicht *M. elegans* ist, wie sie dort benannt wird. *M. elegans* hat stets einen mehr oder weniger tief gelappten Thallus und entbehrt deutlich abgesetzter Stipes; auch dürfte sie nie so gross werden, wie das abgebildete Exemplar es ist. Es ist eher *M. flabelliformis* HARV. oder am wahrscheinlichsten *M. australis* HARV., welch letztere gerade oft einen ganz ungeteilten Thallus hat, der an einem distinkt abgesetzten Basalteil sitzt (Fig. 7). Die Massverhältnisse stimmen auch besser mit einer dieser beiden Arten überein.

Die Untersuchung ist in ihrer Gesamtheit nach meiner Rückkehr von Zeylon in Upsala ausgeführt worden. Ich hatte ursprünglich nur eine Erörterung der Morphologie und Anatomie der Gattung *Martensia* im Auge. Im weiteren Verlauf erweiterte sich aber die Untersuchung, sodass sie auch eingehendere histologische Probleme umfasste. Die Ursache hiervon war, dass *Martensia*, abgesehen von ihrem interkalaren Aufbau, auch in ihrer Eigenschaft als mehrkernige Floridee sich als ein interessantes Objekt für das Studium einer ganzen Reihe von Fragen allgemeineren Interesses erwies. So z. B. erhob sich ungesucht die Frage: Wie geht es bei der Tetrasporenbildung bei einer vielkernigen Floridee zu? Stammen die Tetrasporen von einer oder von mehreren Kernen her? Da noch verschiedene Ansichten betreffs des Generationswechsels der Florideen und im Zusammenhang damit dann natürlich auch betreffs des Platzes der Tetrasporen in den Generationen herrschen, so ist es natürlich von einer gewissen Wichtigkeit, diese Frage zu lösen. Eigentlich hätte ja natürlich meine Untersuchung Fragen betreffs Kernteilung, Reduktionsteilung u. s. w. behandeln müssen. Es erwies sich indessen infolge der Konservierung meines Materials als unmöglich, auf diese Fragen einzugehen. Ursprünglich nur für die gröbere anatomische Untersuchung bestimmt, war das Material nur in Formalin fixiert. Es zeigte sich dies zwar hinreichend für eine ganze Reihe von Studien, für die rein cytologischen Fragen aber war die Fixierung nicht genügend. Ich sah mich daher genötigt, die meisten derartigen Probleme beiseite zu lassen, konnte aber doch gewisse Fragen zur Lösung bringen, wie z. B. die des Verhaltens der Zellkerne bei den vegetativen Teilungen, bei der Tetrasporen-, Spermatangium- und Cystokarpbildung u. s. w.

Das Material, das in mit 2—4 % Formalin versetztem Meerwasser fixiert war, wurde zunächst sorgfältig in reinem Wasser ausgewaschen, dann vorsichtig in den Spiritusgraden gehärtet und schliesslich in Paraffin eingebettet und in gewöhnlicher Weise geschnitten. Zur Färbung habe ich ausschliesslich Eisenhämatoxylin nach HEIDENHAIN's Methode benutzt.

Es erwies sich im Laufe der Untersuchung als wichtig, auch den Bau anderer Martensien kennen zu lernen. Herbarienmaterial ist im allgemeinen nicht zu feineren histologischen Untersuchungen geeignet. Ich habe mich daher im allgemeinen auf eine genauere Untersuchung nur solcher Arten beschränkt, von denen ich in anderer Weise — in Spiritus — konservierte Exemplare habe erhalten können. Dank Frau WEBER v. BOSSE's freundlichem Entgegenkommen habe ich Gelegenheit gehabt, das von der Siboga-Expedition heimgebrachte Spiritusmaterial von der Gattung *Martensia* zu studieren, und der Freundlichkeit Herrn Dr. BÖRGESEN's verdanke ich es, dass ich auch die einzige westindische Art, *M. pavonia*, habe untersuchen können.

Herbarienmaterial hat mir aus dem Kgl. Reichsmuseum in Stockholm, aus dem Botanischen Museum in Hamburg, aus dem Kopenhagener Botanischen Museum sowie aus den Privatsammlungen der Frau WEBER v. BOSSE und des Herrn Major TH. REINBOLD zur Verfügung gestanden. Für die leihweise Überlassung von Studienmaterial aus diesen Sammlungen bin ich den Herren Professor C. LINDMAN (Stockholm), Major TH. REINBOLD (Itzehoe), Dr. F. BÖRGESEN (Kopenhagen), Dr. C. H. OSTENFELD (Kopenhagen) sowie Frau WEBER v. BOSSE (Eerbeek) zu grösstem Dank verpflichtet. Im be-

sonderen sei es mir hier erlaubt, Frau WEBER v. BOSSE meinen ergebensten Dank für das liebenswürdige Entgegenkommen auszusprechen, mit dem sie mir das für meine Studien so wichtige Material der Siboga-Expedition zugänglich gemacht hat.

Endlich nehme ich Gelegenheit, Herrn Professor O. NORDSTEDT in Lund, der mir in freundlichster Weise eine ganze Reihe Photographien von *Martensia*-Exemplaren aus J. G. AGARDH's Herbarium in Lund verschafft hat, wie auch Herrn Professor O. JUEL in Upsala, der mir beim Photographieren derartiger Objekte hier in Upsala behilflich gewesen ist, an dieser Stelle meine Dankbarkeit zu bezeugen.

Botanisches Institut der Universität Upsala, August 1908.

I. Der vegetative Bau.

Den vegetativen Bau der Gattung *Martensia* habe ich vorzugsweise an der von mir selbst eingesammelten *M. fragilis* Harv. von Zeylon studiert. Ausserdem aber habe ich zu vergleichenden Studien auch Spiritusmaterial von *M. elegans* Her., *flabelliformis* Harv., *pavonia* J. G. Ag. und *denticulata* Harv. benutzt. Indessen ist das Material, das mir von diesen Arten zu Gebote gestanden, so knapp gewesen, dass ich mich darauf habe beschränken müssen, nur die Unterschiede im Bau festzustellen, die sie im Verhältnis zu *M. fragilis* aufweisen. Gepresstes Herbarienmaterial eignet sich wenig zur Untersuchung, da es gewöhnlich so stark gepresst ist, dass es unmöglich ist, die Verhältnisse des Netzwerkes und des feineren Balkensystems völlig korrekt zu ermitteln. Ich habe daher meine Untersuchungen eigentlich nur auf die obenerwähnten Arten beschränken müssen.

1. Die frühesten Jugendstadien.

So junge Stadien, dass sie die allerfrüheste Entwicklung aus einer der verschiedenen Arten von Fortpflanzungskörperchen zeigten, habe ich nicht beobachtet. Es geschieht ja auch nur seltener und mehr gelegentlich, dass derartige sicher bestimmbare Entwicklungsstadien in der Natur einem entgegentreten, wenn man nicht direkte Kulturversuche anstellt, und solche auszuführen hat sich mir keine Gelegenheit geboten.

Den Aufbau der Pflanze von den allerfrühesten Stadien an kann man jedoch auf eine andere Weise leicht kennen lernen, nämlich durch das Studium der Sprosse, welche als Adventivsprosse aus dem Anheftungsorgan und der Basalpartie der Pflanze hervorwachsen. Fig. 1 zeigt die Zellstruktur eines solchen Sprosses, eines der jüngsten, die ich habe beobachten können. Die allerfrüheste Anlage eines derartigen Sprosses ergiebt sich aus Fig. 2. Eine oder einige Randzellen sind ausgewachsen und haben begonnen sich zu teilen. Aus den äusseren Teilzellen entsteht durch das Scheitelwachstum derselben der eigentliche Spross (s. Fig. 1), während die inneren zu der hier rudimentären, bei anderen Delesseriaceen aber mehr hervortretenden »Mittelrippe» werden. Über den Aufbau von *Martensia* sagt Schmitz (Engler u. Prantl, I, 2, S. 409) nur: »Flächenwachstum des Thallus interkalar (ohne randständige Scheitelzellen) unter allseitig orientierter Flächenteilung der Zellen.» Wie aus dem Bilde (Fig. 1) leicht zu ersehen, trifft dies bezüglich des allerfrühesten Stadiums nicht völlig zu. Im Gegenteil ist die Übereinstimmung mit den eigentlichen Delesseriaceen ziemlich augenfällig, indem sehr deut-

liche Zellreihen mit augenscheinlichem Scheitelwachstum leicht zu unterscheiden sind. Ein scharf hervortretender, durchgehends zentraler Achsenfaden, dessen Scheitelzelle die eigentliche Vegetationsspitze bildet, und aus der die für die eigentlichen Delesseriaceen so charakteristische Mittelrippe hervorgeht (vgl. z. B. NÄGELI und CRAMER, »Pflanzenphys. Unters.»; WILLE, »Entwickelungsgeschichte der physiol. Gewebesysteme usw»., Tab. III, IV u. a.!), ist zwar nicht deutlich zu beobachten, aber eine Andeutung zu einer derartigen Zellreihe kann man doch wahrnehmen, obwohl die Scheitelzelle offenbar sehr bald mit ihrer Tätigkeit aufhört. Dagegen setzen die Seitenzweige ihr Scheitelwachtsum weiter fort. Auf dem Bilde in Fig. 1 sieht man diese nach beiden Seiten ausgehenden Zellreihen sehr deutlich, und da die obersten Zellreihen ihr Scheitelwachstum noch fortsetzen, nachdem die Scheitelzelle des zentralen Achsenfadens selbst ihre Tätigkeit eingestellt hat, so liegt schliesslich die ursprüngliche Scheitelzelle, entsprechend der das ganze Leben hindurch fortlebenden Scheitelzelle der eigentlichen Delesseriaceen, gleichsam eingesenkt, was sehr deutlich auch in Fig. 1 wahrzunehmen ist.

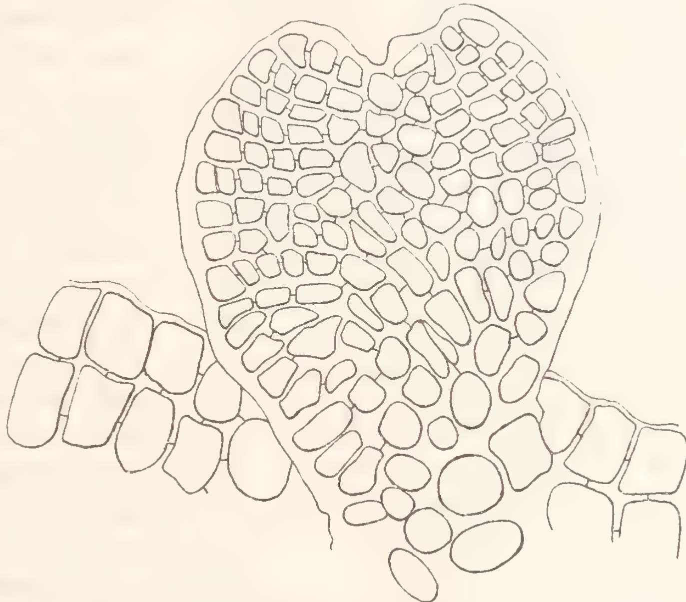


Fig. 1. Adventivspross aus dem Basalteil von *M. fragilis*, zeigend, dass der allerfrüheste Aufbau des Sprosses durch kongenital verwachsene Zellfäden mit Scheitelwachstum geschieht ($\frac{300}{1}$).

Der früheste Bau der *Martensia* zeigt also, dass auch in dieser Gattung auf einem jugendlichen Stadium die Regel gilt, dass der Aufbau des Thallus durch Ausbildung kongenital verwachsener, verzweigter Zellfäden mit Scheitelwachstum geschieht, obwohl — wie wir sehen werden — diese Wachstumsweise bald von einem sehr ausgeprägten und charakteristischen interkalaren Wachstumsmodus abgelöst wird.

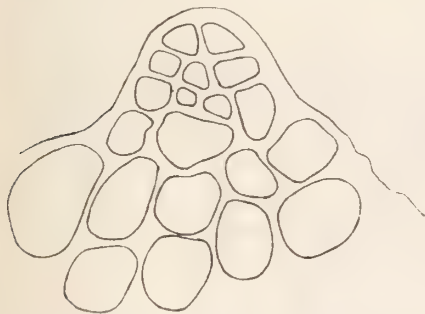


Fig. 2. Erste Anlage zu einem Adventivspross von *M. fragilis* ($\frac{300}{1}$).

Dass derartige, durch interkalare Zellteilungen sich aufbauende Delesseriaceen wie *Martensia* in ihren jungen Stadien sich unter das nicht nur für alle Delesseriaceen, sondern auch für alle Florideen gemeinsame Bauschema einreihen lassen, ist von grösstem theoretischem Interesse. Betreffs einiger anderer zur Gruppe *Nitophylleae* gehörigen Gattungen der Familie *Delesseriaceae* ist dies bereits von SCHMITZ (»Kleinere Beiträge z. Kenntnis d. Florideen I», S. 113) beobachtet und erwähnt worden, betreffs *Martensia* aber sind diese Jugendstadien bisher völlig in Dunkel gehüllt gewesen. Dass die Regel von dem Scheitelwachstum kongenital verwachsener Fäden auch für diese höchst komplizierte und ausgesprochen interkalar fortwachsende Gattung zutrifft, ist daher

äusserst interessant und sehr bezeichnend für den ursprünglich einheitlichen histologischen Aufbau aller, auch sehr hoch differenzierten Florideen.[1]

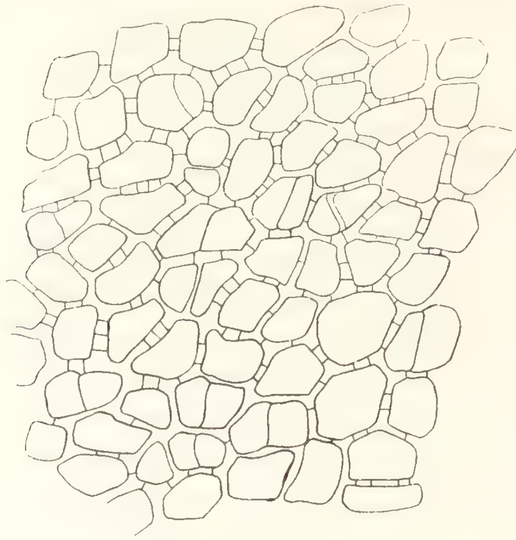


Fig. 3. Ein Stück von dem basalen, nicht netzförmig durchbrochenen Teil von *M. fragilis*, interkalare Zellteilungen zeigend ($\frac{225}{1}$).

Bald genug verschwindet indes die regelrechte Anordnung in Reihen dadurch, dass sekundär Teilungen hier und da eintreten, und bei diesen legen sich die neuen Zellwände in allen möglichen Richtungen ohne erkennbare Gesetzmässigkeit an, so dass von der ursprünglichen Reihenanordnung der Zellen schliesslich keine Spur mehr wahrzunehmen ist. Hierzu trägt natürlich auch die zahlreiche Bildung von sekundären Poren zwischen allen Zellen bei. Ein Stück von dem Thallus — dem unteren, nicht netzförmigen Teil — einer vollausgewachsenen *Martensia*-Pflanze bietet demnach ein Bild dar, wie Fig. 3 es zeigt. Das Bild ist dem unteren Teil des Sprosses bei einem Individuum entnommen, wo bereits der netzförmige obere Teil völlig entwickelt ist. Man kann deutlich hier und da innen an der Zellscheibe Zellen wahrnehmen, die in Teilung begriffen sind oder auch sich soeben geteilt haben. Die sekundäre Porenbildung findet sich in den Einzelheiten besser auf Taf. I, Fig. 8—11 abgebildet.

Scheitelwachstum tritt aber nicht nur ein, wenn der Spross noch ganz jung ist, sondern auch manchmal weiterhin bei der vollentwickelten Pflanze, wenn Wachstum und Neubildung in höherem Grade von dem zusammenhängenden, nicht durchbrochenen Teil aus stattfinden soll. Fig. 4 zeigt in schöner Weise einen derartigen Fall. Ein Thallusrand hat begonnen, nach einer Periode der Ruhe wiederum in die Länge zu wachsen, und man kann nun wieder deutlich die Zellreihen mit den Scheitelzellen unterscheiden, die sich strecken und teilen. Hier und da tritt dann noch später mehr nach innen zu eine oder die andere sekundäre Zellteilung ein.

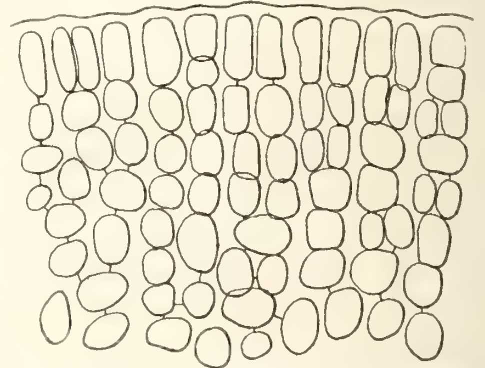


Fig. 4. Ein Thallusrand von *M. fragilis* mit Scheitelwachstum. Nähere Erklärung im Text! ($\frac{300}{1}$).

Der eben geschilderte Zellteilungsverlauf ist der einzige, welcher stattfindet, so lange noch der netzförmige Teil der Pflanze nicht begonnen hat sich auszubilden. In diesem früheren Stadium ist der *Martensia*-Thallus dem Bau und der Struktur nach einem *Nitophyllum* täuschend ähnlich und stimmt ana-

[1] Während des Druckes dieser Arbeit hat NIENBURG eine Untersuchung, »Zur Keimungs- und Wachstumsgeschichte der Delesseriaceen» über *Nitophyllum* veröffentlicht, woraus hervorgeht, dass auch in dieser Gattung, die sonst ein so ausgesprochen interkalares Wachstum aufweist, die Jugendform wenigstens bisweilen mit einer quergegliederten Scheitelzelle auftreten kann. Hierdurch ist also nachgewiesen worden, dass auch die *Nitophyllum*-Gattung hinsichtlich des zellularen Aufbaus unter den allgemeinen Delesseriaceen-Typus in ganz derselben Weise einzurangieren ist, wie ich es oben für *Martensia* habe zeigen können.

tomisch vollkommen mit ihm überein. Taf. I Fig. 3 giebt ein Bild von *M. fragilis* auf diesem Entwicklungsstadium. Von anderen Arten kenne ich keine so jungen Individuen.

Der basale Teil des Sprosses ist zu einem kräftigen Anheftungsorgan von stielartigem Aussehen, mit Rhizinen versehen, ausgebildet. Schon frühzeitig tritt nämlich an der Basis des Sprosses ein Dickenwachstum ein, so dass die Anheftungspartie kräftiger und dicker als der übrige Teil des Sprosses wird. Fig. 5 zeigt einen Querschnitt durch einen derartigen Basalteil von *M. fragilis.* Dieser Basalteil ist auch reich an Reservestoffen, indem seine Zellen fast ganz mit Stärke gefüllt sind. Nicht immer erhält bei *M. fragilis* diese Anheftungspartie den Charakter eines Stiels. Das ist zwar bei den auf Taf. I, Fig. 3, 4 sowie möglicherweise — obwohl weniger ausgesprochen — auch bei den auf Taf. I, Fig. 5, 6 abgebildeten Exemplaren der Fall, es ist aber durchaus nicht die Regel, und bei älteren, cystokarpienführenden Individuen, besonders wenn sie auf hartem, festem Substrat wachsen, findet sich kaum ein wirklich stielartiger Fuss. Die Individuen von *M. fragilis,* bei denen ich die Stielbildung am ausgeprägtesten gefunden habe (Taf. I, Fig. 3, 4), waren teils sehr jung, teils wuchsen sie auf mehr weichem Substrat unter Resten von abgestorbenen Corallineen u. dgl. Bei dem weiteren Wachstum von *M. fragilis* erhält der Fuss manchmal eine mehr ausgebreitete Form (Taf. I, Fig. 5, 6), während gleichzeitig auch grössere Partien des Basalteils Wurzel schlagen, und an älteren Polstern, wie z. B. auf Taf. I, Fig. 7, fehlt jede Spur von einem stielartigen Fuss. Nun ist es indessen nicht ganz ausgeschlossen, dass die Ausbildung des stielartigen Fusses bei verschiedenen Arten von Individuen verschieden ist. Die Exemplare, bei denen ich den Fuss am besten ausgebildet gesehen habe, waren alles männliche Individuen (Taf. I, Fig. 4—6), und das Exemplar, das in Fig. 3 auf Taf. I abgebildet, und das noch zu jung ist, um eine Bestimmung des Geschlechts zuzulassen, wuchs mit ihnen zusammen. Es wäre ja nicht völlig ausgeschlossen, dass die männlichen Individuen, die kleiner und von mehr ephemerer Natur zu sein scheinen als die Tetrasporen- und Cystokarpienindividuen, sich verschieden verhielten. Oder auch — und dies ist meines Erachtens weit wahrscheinlicher — ist der stielartige Fuss als eine Art Jugendstadium aufzufassen, das später verschwindet. Hierfür spricht kräftig der Umstand, dass ich ausnahmslos derartige Organe nur bei sehr jungen Pflanzen von *M. fragilis* angetroffen habe, und es wäre ja eigentümlich, wenn nicht wenig-

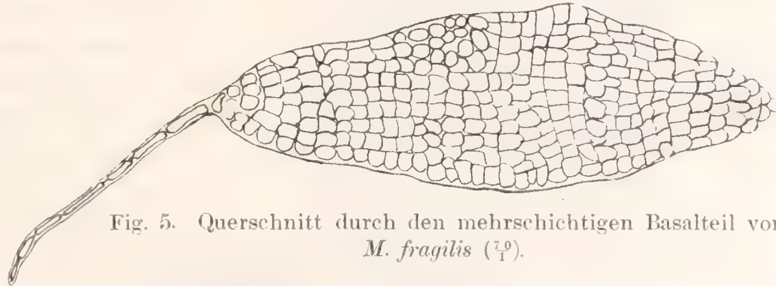


Fig. 5. Querschnitt durch den mehrschichtigen Basalteil von *M. fragilis* ($\frac{70}{1}$).



Fig. 6. *M. flabelliformis* mit stark entwickeltem, stielartigem, verästeltem Basalteil ($\frac{1}{1}$).

stens einmal — bei so zahlreichen Individuen von *M. fragilis*, wie ich sie in der Natur gesehen habe — ein derartig stielförmig ausgezogenes Anheftungsorgan auch an einer ausgewachsenen Pflanze beobachtet worden wäre. Das ist aber nicht der Fall, und ebensowenig habe ich ein solches an Herbarienexemplaren von *M. fragilis*, *elegans*, *denticulata* oder *pavonia* gesehen. Dagegen ist es sehr bemerkenswert, dass eine derartige stielartige Ausbildung des Fusses auch im erwachsenen Stadium bei einer anderen *Martensia*-Art die Regel bildet, nämlich bei *M. flabelliformis*. Fig. 6 zeigt in natürlicher Grösse ein Bild eines Exemplars von *M. flabelliformis* aus den Sammlungen des Botanischen Museums in Hamburg. Der stielartige Fuss hat hier eine hohe Ausbildung erreicht, er ist verzweigt, und von ihm können offenbar sukzessiv neue, netzförmig durchbrochene Sprosse auswachsen, denn es ist ja klar, dass der Zweig links mit seinen Blättern bedeutend jüngeren Datums ist als der grosse Zweig rechts. Der Hauptspross selbst an der Spitze sieht aus, als sei er abgebrochen. Dass *M. flabelliformis* stets diese kräftige Entwicklung des Fusses hat, davon kann man sich leicht bei einer Prüfung von Herbarienexemplaren überzeugen. Es ist demnach etwas für die fragliche Art gegenüber den anderen *Martensia*-Arten sehr Charakteristisches. Dass *M. flabelliformis* auch in anderer Hinsicht in ihrer Organisation eine Sonderstellung unter den übrigen *Martensia*-Arten einnimmt, wird im Folgenden gezeigt werden.

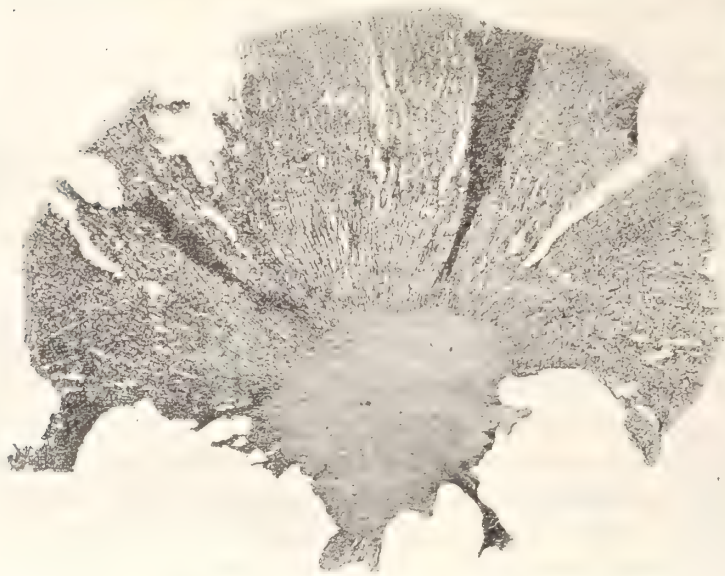


Fig. 7. *M. australis*. Junge Pflanze mit deutlichem, stielartigem Basalteil (¦).

Es herrscht demnach eine gewisse Organisationsverschiedenheit bei den *Martensia*-Arten schon betreffs der Entwicklung des Basalteils, indem er in Form eines stielartigen Fusses das ganze Leben hindurch bei *M. flabelliformis* fortdauert, während er bei *M. fragilis* nur in den Jugendstadien (bei männlichen Exemplaren möglicherweise das ganze Leben hindurch) vorhanden ist und bei älteren Individuen ganz fehlt.

Wie die anderen *Martensia*-Arten sich in dieser Beziehung in ihrem frühesten Stadium verhalten, ist nicht ganz sicher bekannt. Dass jedenfalls auch *M. australis* Harv. auf einem früheren Stadium (Fig. 7) einen solchen stielartigen Fuss ausbilden kann, geht ja deutlich aus dieser Figur hervor, gleichwie es sicher ist, dass sie ausgewachsen eines besonderen Basalkörpers entbehrt und demnach in dieser Hinsicht sich ganz wie *M. fragilis* verhält.

Der zellulare Bau des blattartigen Teils des Sprosses im frühesten Stadium, bevor die Netzbildung begonnen hat, ist bereits oben geschildert worden. Dieser Teil des

Sprosses erreicht bei verschiedenen Arten eine ziemlich verschiedene Entwicklungshöhe. Bei *M. flabelliformis* (Fig. 6) beginnt die Netzbildung ziemlich bald, so dass jeder blattartige Spross nur an der Basis aus einer kleineren, zusammenhängenden, nicht netzförmig durchbrochenen Partie besteht. Es scheint dies ausnahmslose Regel zu sein, und alle *flabelliformis*-Exemplare, die ich in Herbarien gesehen, verhalten sich auf gleiche Weise, alle haben einen unbedeutenden, zusammenhängenden und einen viel grösseren, netzförmig durchbrochenen Teil.

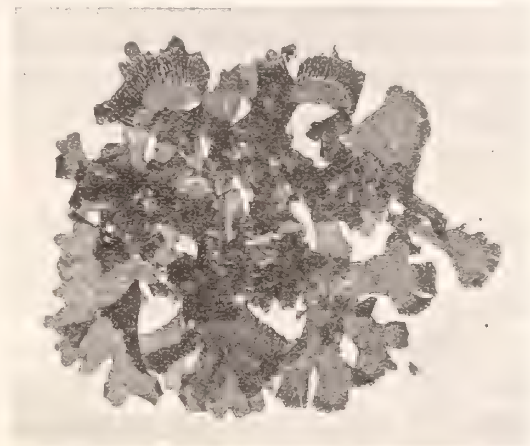


Fig. 8. *M. fragilis*, den frühzeitigen Eintritt der Verästelung und Lappenbildung zeigend (1/1).

M. elegans und *fragilis* wieder können sich in dieser Hinsicht etwas abweichend verhalten. Im allgemeinen erreicht z. B. bei *M. elegans* der basale, nicht durchbrochene Teil keinen höheren Grad von Entwicklung, sondern die Netzbildung beginnt ziemlich bald. Doch kann man Fälle beobachten, wo gleichwohl schon Verzweigung und Lappenbildung eintritt, bevor die Netzbildung begonnen hat. Bei *M. fragilis* (Fig. 8) bildet dies dagegen fast die Regel. Fig. 1 auf Taf. I zeigt ein Exemplar, das teilweise einen sehr hohen Grad von Verzweigung erreicht hat, bevor die Anlegung des Netzwerkes noch begonnen hat (siehe z. B. am Rande, unten rechts!), und das Gleiche tritt noch mehr in Fig. 8 hervor, wo die Zweige unten links eine beträchtliche Entwicklungshöhe erreicht haben, ohne dass das Netzwerk auch nur zur Anlage gekommen ist. Es bildet auch ein von J. G. Agardh erwähntes Unterscheidungsmerkmal zwischen *M. elegans* und *M. fragilis*, dass bei der erstgenannten der basale, zusammenhängende Teil des Sprosses stets grösser ist als der netzförmig durchbrochene Teil, der nur eine kleinere, sichelförmige Zone am Oberrand des Sprosses einnimmt.



Fig. 9. *M. denticulata*, sehr starke Sprossentwicklung vor der Bildung des Netzwerks zeigend (1/1).

Bei keiner *Martensia*-Art erreicht indessen der zusammenhängende basale Teil eine relativ grössere Entwicklung als bei *M. denticulata* (Fig. 9). Hier kommen durch Verzweigung mehrere Sprossgenerationen zur Ausbildung, und das Ganze resultiert in der Bildung einer reich verzweigten, 5—6 cm hohen Pflanze, bevor ein Netzwerk sich entwickelt. Derartige Exemplare von *M. denticulata* sind einem *Nitophyllum*, z. B. *N. acrospermum* oder einer anderen Art von dieser Grösse usw., ziemlich ähnlich.

M. flabelliformis (Fig. 6) und *M. denticulata* (Fig. 9) bilden sozusagen die Extreme hinsichtlich des Grades der Ausbildung des basalen, zusammenhängenden Thallus bei der *Martensia*-Gattung. Bei der ersteren ist er auf ein Minimum reduziert, bei letzterer

erreicht er den Höhepunkt der Entwicklung. Die übrigen Arten bewegen sich innerhalb dieser Grenzen, wobei aber die allermeisten sich, wie z. B. *M. fragilis*, mehr an den *denticulata*-Typus anschliessen als an den *flabelliformis*-Typus, der mehr isoliert steht.

Schon mit Rücksicht auf die Entwicklung der ersten Jugendstadien, lange bevor die Netzbildung beginnt, lassen sich demnach verschiedene Typen innerhalb der Martensia-Gattung unterscheiden.

2. Der Aufbau des Netzwerks.

A. Der Martensia fragilis-Typus.

Den Bau und die Entwicklung des Netzwerks habe ich, wie oben erwähnt, vorzugsweise an *M. fragilis* studiert, welche Art der nachstehenden Darstellung zugrunde liegt, sofern nicht im besonderen Falle anderes angegeben ist. Die anderen Arten sind später zum Vergleich untersucht worden.

Wie bereits erwähnt, beginnt die Ausbildung des Netzwerks bei verschiedenen Arten in sehr verschiedenen Entwicklungsstadien. Das Gleiche gilt offenbar innerhalb gewisser Grenzen auch für verschiedene Individuen (verschiedener Geschlechtsqualität?) bei einer und derselben Art. *M. fragilis* kann so z. B., wie oben bereits angeführt wurde, sehr oft verzweigte, ziemlich grosse, blattförmige Sprosse entwickeln, bevor die Ausbildung des Netzwerks beginnt (s. Fig. 8). Andererseits, besonders wenn es sich um Jungpflanzen handelt, die sich aus irgend einer Art Fortpflanzungskörper entwickelt haben, kann die Netzbildung auch sehr früh eintreten, schon bevor die Höhe der Pflanze einen Zentimeter erreicht hat. Eine solche Pflanze von *M. fragilis* ist es, an dem die nachstehenden Beobachtungen gemacht worden sind.

Die erste Andeutung zur Bildung des Netzwerks ist in den Randzellen der jungen Keimpflanze oft sehr frühzeitig zu beobachten, bevor sie noch eine Höhe von 5 mm erlangt haben. Die Randzellen weichen nämlich schon in diesem Entwicklungsstadium durch ihre Grösse etwas von den übrigen Zellen ab, was darauf beruht, dass sie selbst für einige Zeit aufgehört haben sich zu teilen, während die nach innen zu gelegenen Zellen die Teilung in der für die *Nitophyllum*-Gruppe charakteristischen interkalaren Weise (s. Fig. 10, links im Bilde!) fortgesetzt haben. Bald tritt die Verschiedenheit zwischen den Randzellen und den übrigen noch deutlicher dadurch hervor, dass die ersteren sich in radialer Richtung in die Länge zu strecken beginnen, wobei die Aussenwand jeder Zelle sich ausbuchtet und mehr oder weniger deutlich von den Aussenwänden der angrenzenden Zellen gleichsam isoliert hervortritt (s. Fig. 10, rechts im Bilde!). Sehr bald teilt sich nun die gestreckte Randzelle in der für die Delesseriaceen und viele andere Florideen charakteristischen Weise durch eine Wand, die nur ganz anfangs horizontal und gerade ist, um später dadurch bogenförmig zu werden, dass die Scheitelzelle, die bedeutend reicher an Plasma ist, anzuschwellen beginnt und sich rundet, wobei dann die Aussenwand der unteren Zelle ihrerseits gleichsam eingedrückt wird (Fig. 10, rechts!). Dieser bei den Delesseriaceen u. a. gewöhnliche Zellteilungsver-

lauf ist von Nägeli (»Wachsthumsgeschichte von Hypoglossum Leprieurii», T. VIII) u. a. beobachtet und auch von Wille (»Entwickelungsgeschichte der physiologischen Gewebesysteme usw.», S. 57, Tab. III, Fig. 1—3) geschildert worden. Durch diese erste Teilung ist nun die ursprüngliche Randzelle in zwei ungleichwertige Zellen zerfallen, indem die untere (Fig. 10 *bz*) gewöhnlich sehr lange ungeteilt bleibt — erst nachdem das ganze Netzwerk aufgebaut worden, pflegt sie sich weiter zu teilen (s. weiter unten Fig. 15, 19) — während die obere (Fig. 10 *sz*) dagegen durch wiederholte Teilungen direkt und indirekt das ganze für diese Pflanze so charakteristische Netzwerk entstehen lässt.

Die Verschiedenheit dieser beiden Zellen beschränkt sich nun indessen nicht nur auf eine Verschiedenheit in der Form, wie oben angegeben, sondern gilt ganz besonders hinsichtlich des plasmatischen Inhalts. Die runde Scheitelzelle zeichnet sich nämlich durch ihren grossen Reichtum an Plasma, Kernen u. s. w. aus, und dies tritt deutlich schon im Leben durch ihre stärker rote Farbe hervor, die bedeutend stärker ist als die der Nachbarzellen; an konserviertem Material tritt diese Verschiedenheit leicht bei Behandlung mit Farbstoffen wie Kongorot u. a. zu Tage. Ist die Scheitelzelle durch sehr reichen plasmatischen Inhalt und starke Färbung ausgezeichnet, so ist das gerade Gegenteil bei der Basalzelle der Fall, welche sehr inhaltsarm ist und daher auch sehr schwache Färbung aufweist, so dass sie sogar bedeutend schwächer gefärbt ist als alle die übrigen nach innen zu liegenden Zellen. Dagegen wird diese Zelle durch Streckung bedeutend grösser als jene, weshalb es klar ist, dass diese schwache Färbung darauf beruht, dass der plasmatische Inhalt hierdurch sich auf ein grösseres Volumen verteilt hat und daher dünner, die Färbung also auch schwächer wird.

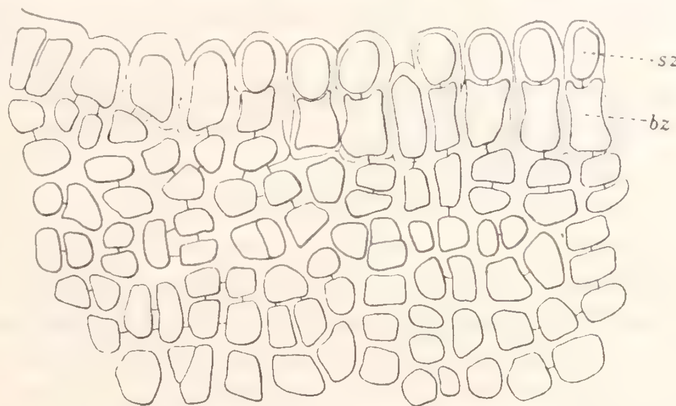


Fig. 10. Thallusrand von *M. fragilis*, die früheste Anlage des Netzwerks durch Teilung der Randzellen in Scheitelzelle (*sz*) und Basalzelle (*bz*) zeigend ($\frac{240}{1}$).

Diese erste Ausbildung des Netzwerks habe ich Gelegenheit gehabt, auch an *M. elegans* zu studieren, von welcher Art mir Spiritusmaterial zur Untersuchung vorgelegen hat, das auf der Siboga-Expedition von Frau Weber v. Bosse eingesammelt worden ist. Die Zellbildung verläuft hier ziemlich genau wie bei *M. fragilis*, und es ist in dieser Hinsicht nichts über die bereits gelieferte Beschreibung hinaus hinzuzufügen. Da das Material sich aber als ein günstiges Objekt zum Studium histologischer Details erwies, will ich doch etwas eingehender über den Zellteilungsverlauf mit etwas stärkerer Berücksichtigung des Verhaltens besonders des Plasmas und der Zellkerne berichten.

Martensia und *Nitophyllum* zeichnen sich wie mehrere andere Florideengattungen dadurch aus, dass sie mehrkernige Zellen besitzen. Wie verhalten sich nun die Zellkerne bei diesen Zellteilungen? Taf. II, Fig. 1 zeigt das erste Stadium, wo das Netz-

werk gerade dabei ist sich zu bilden. Die Randzellen zeichnen sich durch ihren Plasmareichtum und durch ihre grösseren, stärker färbbaren Kerne aus. Das Plasma liegt besonders längs den Wänden angehäuft. Weiter nach innen zu kann man sehen, dass die Zellen sich durch interkalare Wände weiter geteilt haben. Der plasmatische Inhalt dieser Zellen ist bedeutend dünner, gleichzeitig sind die Zellkerne kleiner und treten schwächer hervor. In Fig. 2, Taf. II sieht man das Stadium, wo die Randzellen sich gestreckt haben. Nun ist besonders zu beachten, dass das Plasma wie auch die meisten Zellkerne in die Spitze auswandern, wo man deutlich das Plasma fast wie eine dicke Schicht längs der Wand beobachten kann. Schon in dem vorhergehenden Stadium, Fig. 1, Taf. II, kann man den Beginn hierzu sehen, indem sich vorzugsweise an der Innenseite der Zelle Vakuolen bilden. Nachdem auf diese Weise das Plasma in die Spitze ausgewandert ist, tritt bald quer über die Zelle gleichsam ein Plasmaband auf, das die langgestreckte Zelle in zwei Teile teilt (Taf. II, Fig. 2, rechts! und Fig. 3). Hier bildet sich die Anlage zu der neuen Wand heraus. Diese wird also bei *Martensia* ganz unabhängig von den Teilungen der Zellkerne angelegt. In Fig. 3, Taf. II, kann man die verschiedenen Stadien bei der Wandbildung vom Plasmabande an bis zum Hervortreten der Zellwand selbst sehen. Sobald die Wand definitiv zwischen Scheitelzelle (*sz*) und Basalzelle (*bz*) fertiggebildet worden, scheint das Plasma in der äusseren Zelle sich gleichsam aus der Spitze zurückziehen zu wollen und stattdessen sich nun neben der neugebildeten Querwand anhäufen zu wollen. Mit anderen Worten, der Plasmainhalt konzentriert sich in der Mitte (Fig. 3, Taf. II). Nun wird eine neue Wand nach aussen von der eben zuvor entstandenen gebildet, und auf diese Weise hat sich nun eine an plasmatischem Inhalt reiche Mittelzelle (*mz* Fig. 4, Taf. II) aus der Scheitelzelle abgeschieden aus der dann das ganze Netzwerk hervorgeht. Diese plasmareiche Zelle schwillt an und buchtet sich in die beiden angrenzenden, mehr plasmaarmen Zellen ein. Daraus entsteht nun die charakteristische bogenförmige Biegung der Wände, wie sie WILLE (a. a. O.) erwähnt hat. Nun ist es aber nicht eine Scheitelzelle, die sich in eine darunterliegende Zelle einbuchtet, sondern eine interkalare Zelle, die sich sowohl nach oben als nach unten ausbuchtet (*mz*, Fig. 4, Taf. II). Diese zwischenliegende Zelle teilt sich danach weiter in zwei, und diese zwei Zellen teilen sich dann wiederum jede für sich u. s. w. Von nun an scheint aber nicht jede auf diese Weise gebildete Zelle in gleichem Grade das Vermögen zu haben, sich zu teilen. Fig. 5 auf Taf. II giebt ein Bild von diesem etwas weiter vorgeschrittenen Stadium. Hier haben sich im allgemeinen interkalar vier Zellen gebildet, welche die Anlage zu dem Netzwerk darstellen. Ganz links sieht man, dass von diesen vier Zellen die oberste und die unterste die plasmareichsten und die kernreichsten sind, und von diesen gehen die weiteren interkalaren Teilungen aus. Ganz rechts sind gleichfalls vier Teilzellen entstanden, von denen das obere Paar, das aus einer gemeinsamen Mutterzelle hervorgegangen ist, ungefähr gleich kräftig entwickelt ist. während von dem unteren Paar die unterste Zelle offenbar dazu designiert ist, sich weiter zu teilen, u. s. w. In diesem Bild kann man auch sehen, dass die grossen, mit einander zusammenhängenden Scheitelzellen, die bedeutend plasmaärmer sind, auch sich zu teilen beginnen. Es sind ja auch diese Zellen, von denen der oberhalb des Netzwerks befindliche, zusam-

menhängende Teil seinen Ursprung herleitet. Anderseits sind die grossen Basalzellen (*bz*) noch von allen Teilungen unberührt; sie haben sich nur, vorzugsweise in die Länge, gestreckt.

Für alle diese Teilungen ist es charakteristisch, dass die Kernteilung und die Wandbildung vollständig unabhängig von einander sind. Es ist dagegen klar, dass die Zellen, die dazu bestimmt sind, sich weiter zu teilen, ausser durch ihren plasmareichen Inhalt, auch dadurch charakterisiert sind, dass ihre Kerne in lebhafterer Teilung begriffen sind. Die Kernanzahl einer solchen Zelle soll sich ja auch später auf zwei Zellen verteilen.

Nach dieser Schilderung des Zellteilungsverlaufs bei *M. elegans* wende ich mich wieder dem Bericht über die weitere Entwicklung des Netzwerkes bei *M. fragilis* zu.

Wie oben erwähnt, sind es die Scheitelzellen, die zu allererst die Teilungen nach dem für die Delesseriaceen im allgemeinen charakteristischen Schema einleiten. Jede

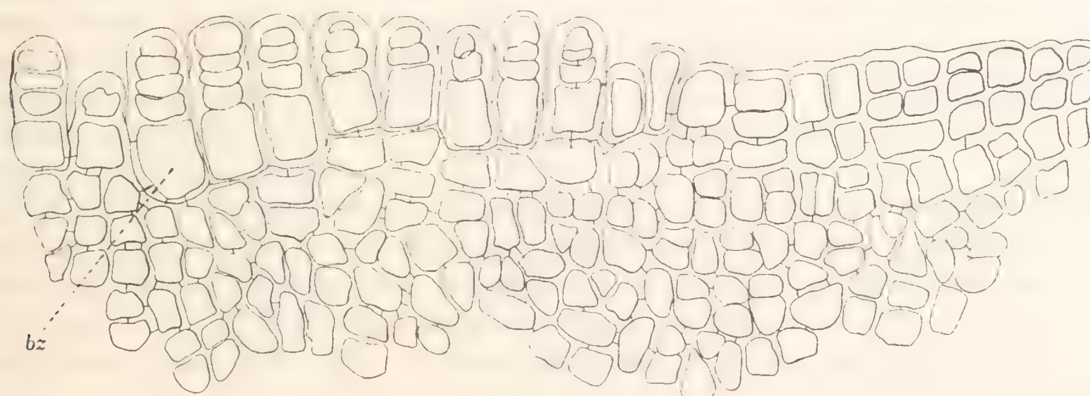


Fig. 11. Thallusrand von *M. fragilis*, die früheste Anlage des Netzwerks zeigend. Die Basalzelle (*bz*, vgl. Fig. 10!) bleibt ungeteilt, während die Scheitelzelle (vgl. Fig. 10!) sich in mehrere geteilt hat ($\frac{240}{1}$).

Randzelle und ihre Tochterzelle (s. Fig. 10 und 11) werden demnach je für sich ein Bild aufweisen, das vollkommen z. B. mit der Sprossspitze von *Caloglossa Leprieurii* (s. Nägeli, Cramer und Falkenberg nach Oltmanns I, 593, Fig. 371) übereinstimmt, mit dem Unterschiede natürlich, dass alle Randzellen wenigstens in der Jugend an einander haften und sich gemeinsam entwickeln, d. h., wie man sagt, kongenital zusammengewachsen sind. Sehr bald löst sich der Zusammenhang zwischen den einzelnen Zellreihen etwas, wobei jedoch immer noch die Scheitelzellen mit einander verwachsen bleiben. Es entstehen also auf diese Weise Spalten zwischen den einzelnen Zellreihen (s. Fig. 12, *sp* und Taf. II, Fig. 5). Die Ursache der Entstehung dieser Spalten dürfte die sein, dass die grossen Basalzellen nebst den fest zusammenhängenden Scheitelzellen sich in tangentialer Richtung zu strecken beginnen, und da die zwischenliegenden Zellen sich nicht in demselben Masse strecken, bilden sich Spalten, wenn die Wände sich von einander ablösen. Wenn dieses einzutreten beginnt, hat bereits der Umschlag in der Teilungsweise der Zellen stattgefunden, d. h. die rein interkalare Zellbildung, wie ich sie bei *M. elegans* geschildert habe, hat begonnen. Die Scheitelzellen,

die nur ganz zuerst Sitz des Wachstums und der Teilungen gewesen sind, hören mit ihren Teilungen auf, und stattdessen ist das Wachstum nun ein rein interkalares geworden. Diese Verschiebung des Vegetationspunktes giebt sich auch hier deutlich durch den verschiedenen Plasmainhalt und das verschiedene Vermögen der Zellen, Farbstoffe in sich aufzunehmen, zu erkennen. Auf diesem Stadium, das eben die Fig. 11 und 12 darstellen, ist dies auch deutlich zu sehen, indem die zwischenliegenden Zellen, die der Sitz der interkalaren Teilungen sind, als ein dunkler gefärbter Gürtel oder eine tangentiale Zone längs dem Rande des Thallus hervortreten.

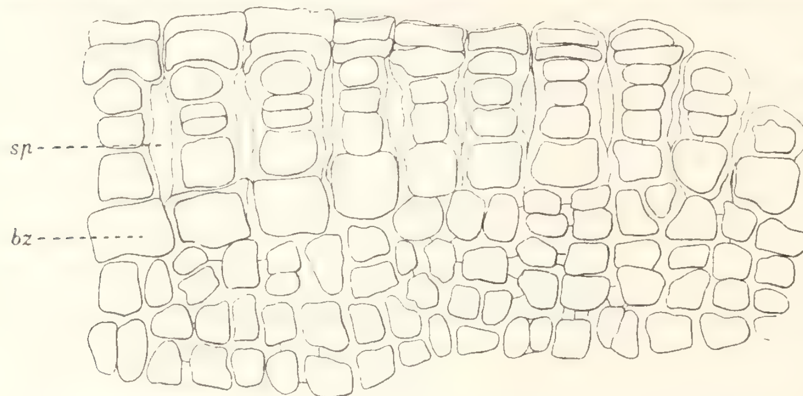


Fig. 12. Thallusrand von *M. fragilis*, die früheste Anlage des Netzwerks zeigend. Die Basalzelle (*bz*) immer noch ungeteilt, während die Scheitelzelle sich geteilt hat und aus ihr die Zellreihe hervorgegangen ist, innerhalb welcher Spalten (*sp*) hervorzutreten beginnen $(\frac{240}{1})$.

Auf diesem Stadium (Fig. 12) sind also nun alle die Hauptpartien angelegt, aus denen der *Martensia*-Spross im ausgewachsenen Zustande zusammengesetzt ist, nämlich 1) der zusammenhängende Aussenrand, der von den tangential gestreckten Scheitelzellen herstammt, 2) das Netzwerk und die Lamellen, die weiterhin interkalar aus den radialen Zellfäden aufgebaut werden, und schliesslich 3) der älteste Teil, die zusammenhängende Basalscheibe, deren äusserste Zellschicht von den grossen, tangential gestreckten, inhaltsarmen »Basalzellen» (*bz*) repräsentiert wird.

Sehr bald erweitern sich nun die Spalten zwischen den einzelnen Fäden, so dass die Öffnungen immer deutlicher hervortreten. Gleichzeitig tritt nun auch eine wichtige Veränderung in der Teilungsrichtung der Zellen ein. Bisher sind alle Zellteilungen in derselben Ebene vor sich gegangen, und die Pflanze hat demnach — mit Ausnahme der Anheftungspartie, des aus zahlreichen Zellschichten bestehenden Fusses (Fig. 5) — nur aus einer Schicht Zellen bestanden. Nun aber treten in den radialen Fäden — nicht aber in der Randzone — wiederholte Teilungen ein, so dass Zellwände sich auch in die Ebene der Blattfläche selbst legen (Fig. 13, *l*).

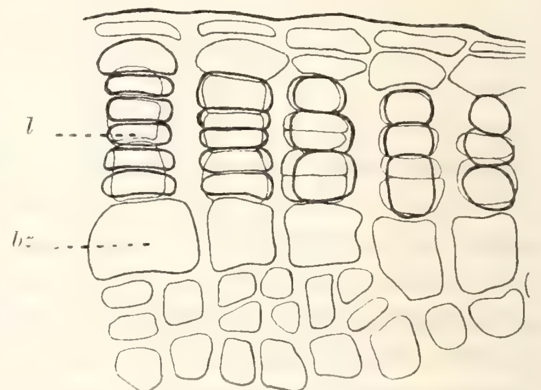


Fig. 13. Thallusrand von *M. fragilis*, die Anlage des Netzwerks zeigend. Die Basalzelle (*bz*) immer noch ungeteilt. Die Zellreihen, welche die Lamellenanlagen (*l*) bilden, nun zweischichtig $(\frac{240}{1})$.

Die »Fäden» werden also zu zwei- bis mehrschichtigen Lamellen (*l*). Den ersten Anfang zu diesem Stadium sieht man nun deutlich in Fig. 13. Man kann beobachten, dass die interkalaren Teilungen, die das Wachstum in radialer Richtung verursachen, andauernd in beiden Schichten weiter-

gehen, wobei gleichwohl nicht notwendig die Zellen in den verschiedenen Schichten einer und derselben Lamelle gleichen Schritt mit einander halten. So z. B. kann man in der einen Schicht 5—6 Zellen zählen, während in der anderen nur erst 2—3 vorhanden sind. Hiermit beginnen nun die ursprünglichen Fäden, J. G. AGARDH's »trabeculae longitudinales», die Form von Scheiben oder Lamellen anzunehmen, wie sie von nun an wohl richtigerweise zu bezeichnen sind. Diese Scheiben bilden demnach einen rechten Winkel mit dem Aussenrande und der Basalpartie. Bisher sind jedoch die Teilungen in der Längsrichtung der Lamellen noch bei weitem überwiegend, so dass sie sich hierdurch beträchtlich in die Länge strecken und auf diesem Stadium wohl mit Recht die Benennung AGARDH's »trabeculae» verdienen (Fig. 14). Sehr bald kann man auch die erste Anlage zu den Querbändern (s. Fig. 14 und 15, *qb*) beobachten, die im vollentwickelten Stadium die Lamellen mit einander verbinden (AGARDH's »trabeculae transversales»). Diese werden dadurch angelegt, dass eine Randzelle in der Lamelle sich in drei teilt, wobei die mittlere Zelle auch weiter noch der eigentlichen Lamelle angehört, während die beiden Seitenzellen nach je ihrer Seite auswachsen und zu der Entstehung der Zellbrücken zwischen den Rändern der Lamellen Anlass geben, welche AGARDH »trabeculae transversales» genannt hat. Diese entstehen nun in der Weise, dass die Vorsprünge oder Zweige von zwei benachbarten Lamellen in derselben Höhe einander entgegenwachsen und verschmelzen (s. Fig. 15, *qb*). Wir haben es demnach hier bei der Bildung des Netzwerks bei *Martensia* mit regelmässigen Verwachsungen von Zellfäden in derselben Weise zu tun wie bei einer Menge anderer Netzalgen, sowohl Chlorophyceen (*Microdictyon*, *Struvea* u. s. w.) als Florideen (*Halodictyon*, *Dictyurus* u. a.). TOBLER, der in einer kurzen Notiz »Zur Morphologie und Entwicklung von Verwachsungen im Algenthallus» (Flora Bd. 97, 1907) einige Wahrnehmungen über mehr zufällige Verwachsungen bei Algen mitgeteilt hat, hat beobachtet, dass die Verwachsung von Zellfäden bei *Pleonosporium Borreri* u. a. oft von

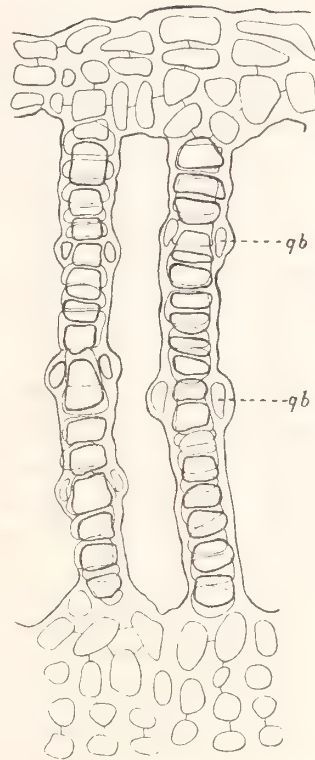


Fig. 14. *M. fragilis.* Anlage der Netzwerklamellen mit erster Andeutung (*qb*) zu den Querbändern ($\frac{800}{1}$).

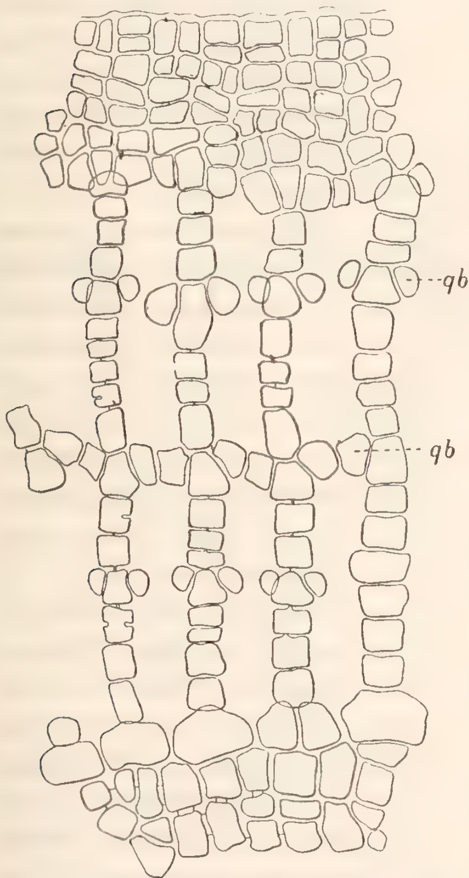


Fig. 15. *M. fragilis.* Bildung des Netzwerks und besonders Entwicklung der Querbänder (*qb*) ($\frac{225}{1}$).

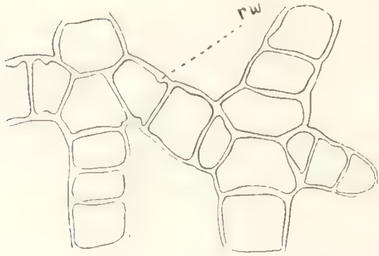
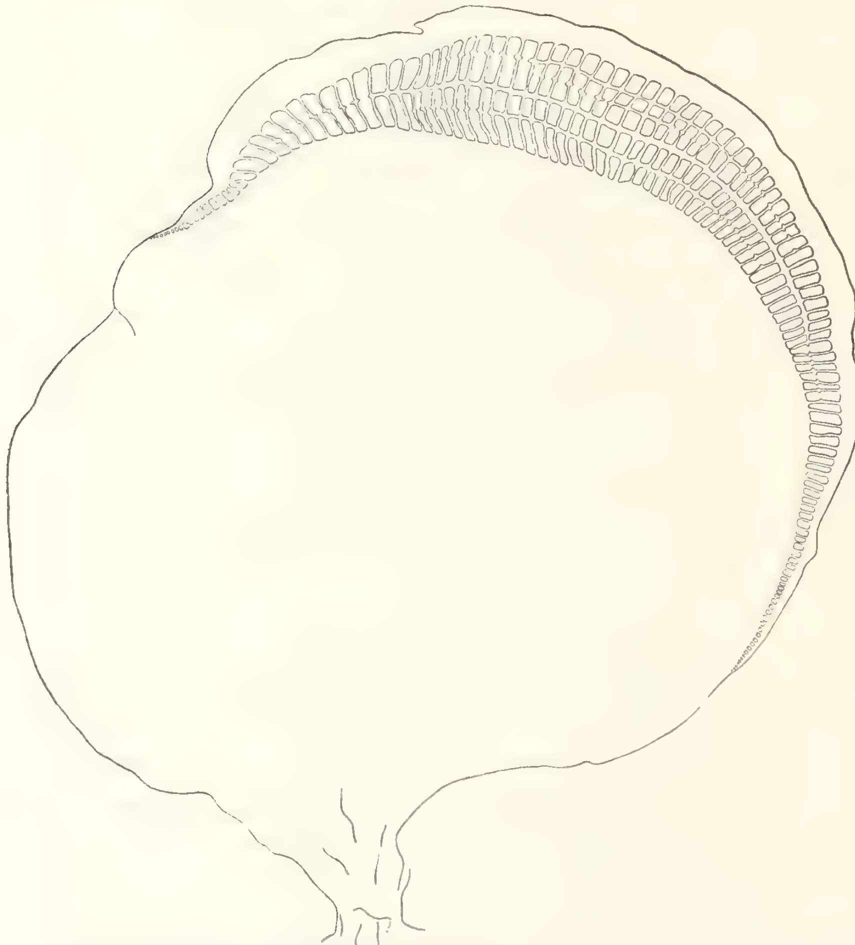


Fig. 16. *M. fragilis.* Ringwulstverdickungen (*rw*) bei der Entwicklung der Querbänder ($\frac{225}{1}$).

einer »Ringwulstverdickung» in der »Gallerthülle» hart an der Anheftungsstelle begleitet ist (TOBLER, a. a. O., S. 301, Fig. 2). Derartige Bildungen oder wenigstens Andeutungen dazu kommen allgemein bei der Verwachsung der Querbänder bei *Martensia* (s. Fig. 16, *rw*) vor, wenigstens auf einem frühzeitigen Stadium. Im weiteren Verlaufe der Entwicklung verschwinden sie jedoch vollständig. Diese Ringwulstverdickungen (*rw*) erwecken den Eindruck, als seien sie gleichsam als Falten in der Wand durch den Widerstand entstanden, der dem fortgesetzten Wachstum der Zelle entgegengesetzt wird, wenn sie gegen einen Zellfaden stösst, der in gerade entgegengesetzter Richtung wächst. Sehr bald gleichen die Druckverhältnisse sich aus, und der »Ringwulst» verschwindet gänzlich. — Eine Ausbildung von besonderen Anheftungsapparaten (»Haftern»), wie bei *Microdictyon*, *Struvea* u. a. Chorophyceen, kommt dagegen hier gar nicht vor.

Auch in den Querbändern, welche die Lamellen verbinden, treten später allmählich Zellteilungen in verschiedenen Richtungen ein, so dass die Bänder, nachdem sie ursprünglich aus e i n e r Zellreihe bestanden, schliesslich mehrschichtig werden.


Fig. 17. *M. fragilis.* Halbschematisches Bild einer jungen Pflanze, die Bildungsweise des Netzwerks zeigend ($\frac{35}{1}$).

Das ganze auf diese Weise gebildete Netzwerk — AGARDH's »pars fenestrata» oder »fenestra» — wächst nun sukzessiv durch ausschliesslich interkalare Teilungen. Bei einer vergleichenden Prüfung der Fig. 15 und der schematischen Fig. 17 ist leicht der Zellteilungsverlauf und die Wachstumsweise zu erkennen. Das mittlere Querband, das man in der Mitte des Netzwerkes (Fig. 17) sieht, in gleicher Höhe fast durch die ganze Reihe hin, ist das älteste und frühest angelegte. Es ist

das, was in Fig. 15 in der Mitte zu sehen ist, soeben, als Band betrachtet, fertiggebildet. Zu beiden Seiten dieses Bandes, oberhalb und unterhalb desselben, werden danach ungefähr gleichzeitig neue Querbänder angelegt (Fig. 15). Diese anderen, gleichzeitig angelegten Querbandsysteme sind in der schematischen Figur 17 in der Mitte des Sprosses völlig fertig zu sehen, während sie nach den Seiten zu, je weiter hinaus man gelangt, noch im allerersten Stadium der Anlage sich befinden, genau wie das im übrigen bei dem alleräItesten Bande der Fall ist. Die interkalaren Teilungen gehen nun also gleichzeitig an mehreren Stellen vor sich, und stets liegen die zur Zeit tätigen Wachstumspunkte ungefähr in der Mitte zwischen den Stellen, wo die Querbänder zur Entwicklung gekommen sind. Es ist dies auch in Fig. 15 zu sehen, indem nämlich die schmalsten, d. h. die durch Teilung zuletzt gebildeten Zellen sich eben zwischen den einzelnen Ausgangspunkten für die Querbänder befinden. Derart wird nun in einer sehr schönen, regelmässigen Weise das ganze Netzwerk aufgebaut, so dass von den Querbändern das älteste sich an der Mitte der Lamellen befindet, die beiden nächstältesten mitten zwischen dem mittleren Querband und den beiden Rändern, die vier darauffolgenden mitten in den Zwischenräumen zwischen den drei älteren Querbändern und den Rändern u. s. w. (s. Fig. 17). Nun geschieht es zwar nicht, dass die Teilung und die Anlage der Querbänder stets mit dieser mathematischen Genauigkeit sich vollziehen, sondern kleine Unregelmässigkeiten entstehen besonders dadurch, dass das Wachstum am stärksten in der Mitte des halbmondförmigen Netzsystems ist und dann sukzessiv nach den Rändern zu erlischt. Ferner werden die folgenden Querbänder höherer Ordnung nicht gleichzeitig angelegt, sondern die eine Seite (Aussenseite?) scheint bisweilen einen kleinen Vorsprung zu besitzen u. s. w. (s. Fig. 17). Die Gesetzmässigkeit im Aufbau des Netzwerkes ist aber jedenfalls offenbar, und das Ganze resultiert in der eleganten und zierlichen Konstruktion, über deren Entstehung und Ausbildung so verschiedene Ansichten aufgestellt worden sind.

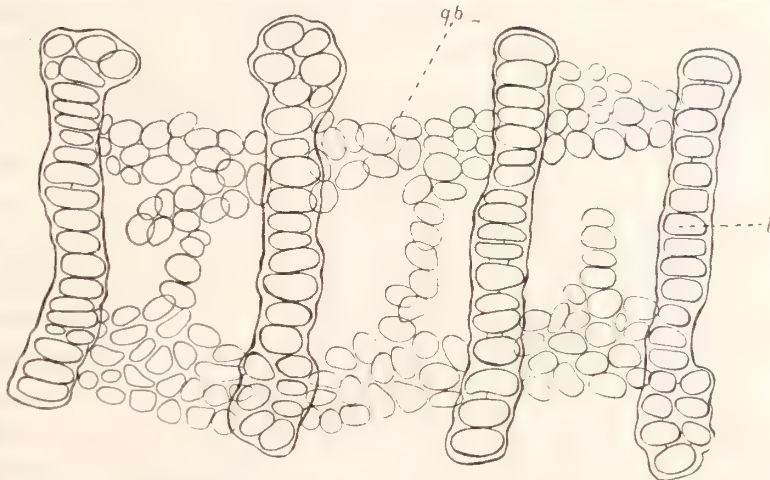
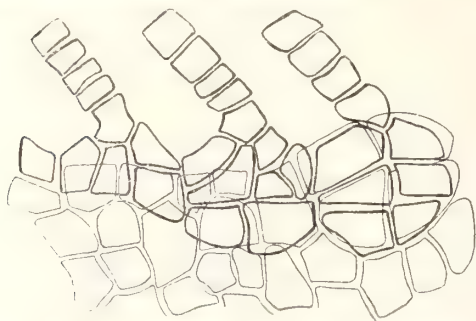


Fig. 18. *M. fragilis*. Querschnitt durch das ausgewachsene Netzwerk, die Lamellen (*l*) und die sie verbindenden Querbänder (*qb*) zeigend ($\frac{240}{1}$).

Fig. 18 zeigt einen Querschnitt durch das Netzwerk in völlig ausgewachsenem vegetativem Stadium. Die Lamellen (*l*) treten dadurch schärfer hervor, dass ihre älteren Zellen sich durch bedeutend dickere Wände auszeichnen. Wie oben erwähnt, nehmen dann allmählich auch die Querbänder (*qb*) an Dicke zu, so dass sie in Querschnitten sich als aus mehreren Zellschichten bestehend erweisen. Die Entwicklung der Querbänder ist bei verschiedenen *Martensia*-Arten ziemlich verschieden, und sie ist ein Merkmal, das mit Vorteil zur Charakterisierung der verschiedenen Arten angewendet werden kann. Hier bei *M. fragilis* sind sie im Querschnitt rund und erreichen im allge-

meinen keinen höheren Grad von Dicke. Fig. 43 (S. 47), die eine tetrasporentragende Lamelle zeigt, veranschaulicht die Dicke der Querbänder auf dem Höhepunkt ihrer Entwicklung. Sie bestehen im Querschnitt aus höchstens 4—5 Zellschichten. Sind sie demnach — wie wir im Folgenden sehen werden — nicht so gross wie bei einigen anderen Arten, so sind sie doch andererseits um so zahlreicher, indem sie sehr dicht sitzen. Die Querbänder sind fast alle von derselben Grösse, trotzdem sie sukzessiv angelegt worden sind, was ja darauf hindeutet, dass ihr Wachstum ziemlich begrenzt ist.

Während der weiteren Entwicklung wachsen die Lamellen wie im übrigen das ganze Netzwerksystem an. Besonders die Ränder der Lamellen nach aussen von den Befestigungspunkten der Querbänder nehmen an Dicke zu, indem die Zellen sich so teilen, dass die Ränder mehrschichtig werden und im Querschnitt wie angeschwollen aussehen (s. Fig. 18). Ebenso geschehen Veränderungen in den grossen, ursprünglich ungeteilten Basalzellen der Lamellen (vergl. Fig. 10—13, *bz*), indem sie durch Wände — auch in der Ebene der Blattfläche selbst — geteilt werden, so dass sie gleichsam kissenförmige Erhöhungen (s. Fig. 19) auf dem nicht netzförmig durchbrochenen Teil auf beiden Seiten der Lamellenränder bilden. Diese Erhöhungen tragen natürlich in hohem Grade, wie eine Art Klammern, dazu bei, den Zusammenhang zwischen den Lamellen und dem scheibenförmigen Teil des Thallus an den Punkten zu festigen, wo die Zerrung und die Spannung natürlich am grössten sind.


Fig. 19. *M. fragilis*. Bild von der Ausbildung der Basalzellen der Lamellen. Weitere Erklärung im Text! ($\frac{300}{1}$).

Auf einem vollentwickelten Stadium zeigt das Netzwerk ein ziemlich verwickeltes Aussehen. Dies beruht nun darauf, dass die interkalaren Teilungen wie auch die Neubildung von Querbändern lange fortfahren, je älter aber das Netzwerk wird, um so unregelmässiger wird auch die Bildung desselben. Zu dem verwickelten Aussehen trägt auch in hohem Grade bei, dass auf einem älteren Stadium Verbindungsbänder sich nicht nur von Lamelle zu Lamelle entwickeln, sondern die älteren Querbänder auch selbst ihrerseits Zweige oder neue Querbänder ausbilden (s. Fig. 18), die in den verschiedensten Richtungen verlaufen und vermittelnde Stränge z. B. von dem einen Querbalken zum andern — also parallel mit den Lamellen selbst (s. Fig. 18) — oder auch von einem Querbalken zu einer Lamelle bilden können, in welch letzterem Falle sie sich dann an beliebiger Stelle, auch mitten darauf und nicht nur an den Rändern, ansetzen können. Es geht dies deutlich aus Fig. 18 hervor, die einen Querschnitt durch das Netzwerk zeigt. Es sind natürlich diese auf einem vorgeschrittneren Stadium gebildeten Gewebsstränge, die AGARDH beobachtet und »trabeculae accessoriae» genannt hat. Diese akzessorischen Querbänder tragen offenbar in hohem Grade zur Festigkeit des ganzen Netzwerks bei. Es hat ja aber auch nicht gerade wenig auszuhalten in dem Wogenschwall, in dem die *Martensia*-Pflanzen ziemlich leicht der Gefahr zerrissen zu werden ausgesetzt sind.

J. G. AGARDH erwähnt in seiner Darstellung des Baues von *Martensia* (Species, Genera et Ordines Algarum II, 3, S. 823), dass die Höhlungen in dem Netzwerk bei der

tetrasporentragenden Pflanze oft durch Gewebshäutchen verschlossen würden, die auf irgend eine Weise die einzelnen Lamellen und Querbänder mit einander verbänden. AGARDH sagt nämlich (a. a. O.): »Areolae, trabeculis interjectae, sunt . . . in sterili sensim apertae, in sphaerosporifera planta sæpe coecae, membrana nempe trabeculas conjungente clausae».[1] Diese AGARDH'sche Angabe über die Bildung von Blindfenstern, »fenestra coeca», im Netzwerk im Tetrasporenstadium beruht mit völliger Sicherheit auf einer fehlerhaften Beobachtung, was im übrigen sehr erklärlich ist, da AGARDH nur getrocknetes und gepresstes Material zur Verfügung gehabt und er natürlich an demselben nicht völlig klar den wirklichen Bau des Netzwerks hat feststellen können. Die sog. »Blindfenster» habe ich gleichfalls beobachtet; sie beruhen ganz einfach darauf, dass die scheibenförmigen Lamellen, besonders später, wenn sie breiter geworden sind, oft sich schräg stellen, und dies trifft natürlich fast unfehlbar ein, wenn ein Stück des Netzwerkes unter das Deckglas gelegt wird. Durch den Druck des Deckglases werden dann die Lamellen gepresst, sie biegen sich, und man gewinnt völlig den Eindruck, als wenn eine Zellschicht die Höhlungen des Netzwerks ausfüllte, ein »Blindfenster» vorhanden wäre. Unfehlbar tritt dies bei der Beobachtung älterer Exemplare ein, sofern nur die Lamellen zu etwas grösserer Breite ausgewachsen sind. Genau dasselbe ist natürlich der Fall, wenn *Martensia*-Exemplare gepresst und auf Papier befestigt werden, und dann haften auch unter Umständen die Lamellen so fest an einander, dass sie nicht einmal bei Aufweichen auseinandergehen. Ein Irrtum wie der AGARDH's ist hier noch leichter erklärlich. Dagegen ist es natürlich durchaus nicht notwendig, dass die Lamellen unbedingt zur Tetrasporenbildung übergegangen sein müssen. Dass AGARDH eine Bildung von »Blindfenster» hat annehmen können, beruht — ausser auf dem Umstande, dass ihm kein lebendes Material vorgelegen hat — natürlich auch darauf, dass er sich über die Natur der longitudinalen Lamellen eben als Lamellen, Zellscheiben und nicht Balken, nicht klar geworden zu sein scheint. Überall spricht er nämlich von »trabeculae longitudinales» und »transversales», bezeichnet sie also mit demselben Namen, »trabeculae», ohne dass an irgend einer Stelle der grosse Unterschied zwischen ihnen aus der Beschreibung hervorgeht. Die longitudinalen Lamellen haben ja ausgewachsen gar kein Anrecht auf die Bezeichnung Balken, da sie in Wirklichkeit Scheiben sind. Dagegen lassen sich sehr wohl die Zellverbindungen zwischen den Lamellen, d. h. die Querbänder, als Balken, »trabeculae», bezeichnen. Die in der Litteratur nach AGARDH vorkommenden Angaben über »areolae coecae», »fenestrae coecae» u. s. w. bei *Martensia* (vgl. z. B. DE TONI, Syll. Alg. 4, 2, S. 613, 614) beruhen also auf einer Fehlbeobachtung und stimmen durchaus nicht mit der Wirklichkeit überein.

Hinsichtlich des vegetativen Aufbaues des *Martensia*-Thallus dürfte nur noch wenig hinzuzufügen sein. *M. fragilis* gehört zu den *Martensia*-Arten, bei denen in der Regel nur ein Netzwerk zur Entwicklung kommt, d. h. der zusammenhängende peripherische Rand beginnt nicht wieder von neuem eine Netzwerkbildung, wie das z. B. regelmässig bei *M. denticulata* und *M. pavonia* der Fall ist und bisweilen auch bei

[1] Von mir gesperrt!

M. elegans geschieht. Dass es jedoch auch bei *M. fragilis* vorkommen kann, habe ich in der Tat beobachtet, obwohl es seltener einzutreffen pflegt.

Einen anderen, mehr abweichenden Fall stellt Fig. 20 dar. Hier hat sich eine Lamelle isoliert und steht im Begriff, zu einer neuen Pflanze auszuwachsen, indem der eine Rand direkt begonnen hat sich zu teilen und zu wachsen. Seitwärts und nach unten zu wachsen Halftvurzeln heraus. Wir haben es hier demnach mit einer Art Individuenbildung von einer isolierten Lamelle aus zu tun, wo der Aussenrand zur Entstehung der neuen Pflanze Anlass giebt. Einen Fall dieser Art habe ich in der Litteratur nicht angegeben gefunden, er scheint aber nicht selten auch bei *M. pavonia* vorzukommen.

Im Obigen ist nun der rein zellulare Aufbau des *Martensia*-Thallus geschildert worden. Es erübrigt noch, in kurzem über die Polsterbildung und die Wachstumsweise im übrigen zu berichten. Als HARVEY zuerst *M. fragilis* beschrieb (»Short Characters of three new Algae from the Shores of Ceylon», HOOKER's Journal of Botany, Vol. VI, 1854), geschah es nur mit der äusserst knapp gehaltenen Diagnose: »frondibus in caespitem globosum densissime aggregatis fragilibus tenuissimis multifidis, lobis obtusis adultis apice clathrato-fimbriatis». In der darauffolgenden Beschreibung heisst es weiter: »The innumerable fronds cohere together by their faces for half their length, and cannot be separated without laceration.»



Fig. 20. *M. fragilis.* Eine isolierte Lamelle im Begriff, zu einer neuen Pflanze auszuwachsen ($\frac{24}{1}$).

Mit diesen Worten hat indessen HARVEY in der Tat eben das Charakteristischste bei dieser *M. fragilis* getroffen, die ja *M. elegans* äusserst nahe steht. Die starke Polsterbildung und das feste Zusammenhaften der einzelnen Thalluszipfel ist nämlich im älteren Stadium sehr augenfällig. Taf. I, Fig. 1 giebt ein Bild hiervon. Die Polster erhalten oft ihre runde Form auf eine sehr eigentümliche Weise. Die eigentlich fächerförmig ausgebreiteten (s. Fig. 8, S. 11), mehr oder weniger zipfligen blattähnlichen Sprose zeigen eine ausgesprochene Tendenz, sich von den Seiten her gleichsam zu falten oder zusammenzuklappen, was seinerseits damit zusammenhängt, dass die basalen, bedeutend gröberen und festeren Teile frühzeitig gleichsam dütenförmig sich krümmen oder zusammenrollen (Taf. I, Fig. 2—6). Die oberen, fächerförmigen Flächen kommen dann neben einander zu liegen (s. Taf. I, Fig. 2), oft vielleicht mehrmals gefaltet. Nun kommt aber noch ein weiterer Umstand hinzu, der noch mehr zum Zusammenhalten der Polster beiträgt, nämlich die starke Neigung zum Verwachsen zwischen den Oberflächen an verschiedenen Punkten. Dies ist es eben, was

Harvey beobachtet hat, wenn er sagt: »The fronds cohere together by their faces for half their length». Die Verwachsungen finden nämlich nur zwischen den basalen, zusammenhängenden Thalluspartien statt, nicht aber zwischen den verschiedenen Netzwerken. Dass Sprossteile mit einander verwachsen, ist eine unter Meeresalgen durchaus nicht ungewöhnliche Erscheinung. Zahlreiche Angaben darüber liegen in der algologischen Litteratur vor, und Tobler hat in der bereits oben angeführten Arbeit gleichfalls einige Notizen über das Vorkommen derartiger, mehr zufälliger Verwachsungen teils zwischen Zweigen, teils auch zwischen ganzen Thallusflächen geliefert, wo die Verbindung durch gestreckte und vorspringende Epidermiszellen bewirkt wurde. Hier bei *Martensia* werden richtige »Haftwurzelbüschel» ausgebildet, welche mehr oder minder scharf von einander abgegrenzt sind. Ihre Anlage ist aus Fig. 21—23 zu ersehen. Einige Oberflächenzellen teilen sich in der Ebene der Thallusfläche und bilden so eine Erhöhung von inhaltsreichen plasmatischen Zellen (Fig. 21). Diese teilen sich weiter (Fig. 22) und wachsen zu langgestreckten, mehr oder weniger verwachsenen Haftwurzeln von derselben Art aus, wie sie an der Basis usw. gebildet werden (Fig. 23). Derartige Haftwurzelbüschel wachsen nun hier und da an dem mehr basalen Teil des Sprosses aus ohne sichtliche bestimmte Lokalisierung. Hierin weichen sie z. B. von den von Goebel und von Nägeli geschilderten, streng lokalisierten Haftwurzelbüscheln ab, die bei *Delesseria Leprieurii* und *D. zanzibarensis* vorkommen, und mit denen diese bei *Martensia* sonst der Anlage und Ausbildung nach völlig übereinzustimmen scheinen (vgl. Nägeli, »Wachsthumsgeschichte von Hypoglossum Leprieurii (Mont.) Kg.», S. 73, Taf. VIII, 12, 13 sowie Goebel, »Über einige Süsswasserflorideen aus Britisch-Guyana», Flora 1897 (Fig. 1, 2) und »Eine Süsswasserfloridee aus Ostafrika», Flora 1898). Bei *Caloglossa* dienen sie jedoch nur zur Befestigung am Substrat. Hier bei *Martensia* werden sie zur Zusammenheftung verschiedener Thalluslappen ausgebildet. Wenn sie nun auswachsen, befestigen sie sich an anderen Thallusflächen, nehmen an Grösse zu und bilden so runde, ziemlich dicke Verbindungen zwischen den einzelnen Lappen. Fig. 24 zeigt ein Bild von einem Querschnitt durch zwei derartig verwachsene Thalluslappen. Man kann deutlich sehen, wie die Haftwurzeln von den beiden Seiten her auswachsen und sich an der entgegenstehenden Thallusfläche anheften. Die von verschiedenen Seiten her auswachsenden Wurzeln verflechten sich in einander und bilden so ein sehr festes und starkes Ganzes. Diese Haftwurzeln sind so stark und haften so intensiv, dass bei allzu heftigem Zug eher die eigenen Zellen der *Martensia*-Scheibe in der Nähe zerreissen, als



Fig. 21. *M. fragilis.* Erste Anlage zu einem Haftwurzelbüschel ($\frac{240}{1}$).

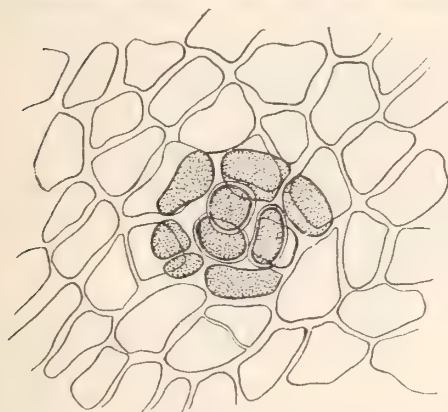


Fig. 22. *M. fragilis.* Anlage zu einem Haftwurzelbüschel ($\frac{240}{1}$).

dass die Haftwurzel reisst. Dass dies in der Tat auch oft eintritt, davon zeugen die zahlreichen Löcher, die dabei gebildet worden sind, und die an den Blättern älterer *Martensia*-Polster, besonders an exponierten Lokalitäten, gar nicht selten sind.

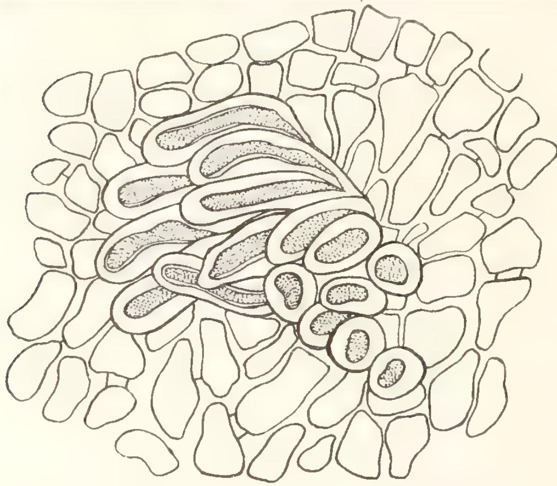


Fig. 23. *M. fragilis.* Haftwurzelbüschel ($\frac{240}{1}$).

In diesem Zusammenhang sei auf die Leichtigkeit hingewiesen, mit welcher derartige und andere zufällig entstandene Löcher bei dieser Pflanze heilen. Fig. 25, 26 zeigen, wie es hierbei zugeht. In Fig. 25 sieht man ein Loch, das nun in der Weise zu heilen im Begriff steht, dass die Randzellen des Lochs rings herum beginnen sich zu strecken und zusammenzuwachsen, und in Fig. 26 ist der Heilprozess zum Abschluss gekommen. Das Zusammenwachsen geschieht also in erster Linie mittelst Scheitelwachstums und Streckung der Randzellen. Ist das Loch erst derart notdürftig geflickt, so treten dann auch noch Teilungen in den langgestreckten grossen Zellen ein. Die Löcher, die beim Reissen und Zerren der Polster unter einander dadurch entstehen, dass die Haftwurzeln zerreissen, werden auf diese Weise ebenso sicher wie elegant repariert.

Ein Umstand, der noch in ganz besonders hohem Grade zu der Polsterbildung und der zusammengedrängten Wachstumsweise im allgemeinen beiträgt, ist die grosse Leichtigkeit, mit welcher Wurzelbildung von den basalen Teilen aus stattfinden kann, ja, bisweilen können ganze Lappen und Teile der Basalpartie niederliegend werden, Wurzel schlagen und sich wie eine Art Rhizome verhalten, von denen aus eine Neubildung stattfindet. Taf. I, Fig. 7 stellt einen solchen Spross dar, schräg von oben gesehen. Der ganze basale Teil des Thallus kann niederliegend geworden sein und Wurzel geschlagen haben. Eine Tendenz hierzu kann man auch an dem Exemplar verspüren, das in Taf. I Fig. 6 abgebildet ist. Diese Art der Vermehrung ist keineswegs ungewöhnlich, und vollständig abgelöste Lamellen aus dem Netzwerk können auf diese Weise, z. B. nachdem sie die Tetrasporen entlassen haben, Wurzel schlagen und die Grundlage zur Bildung neuer Individuen abgeben. Es ist dies ja auch bereits oben geschildert worden (vgl. Fig. 20).

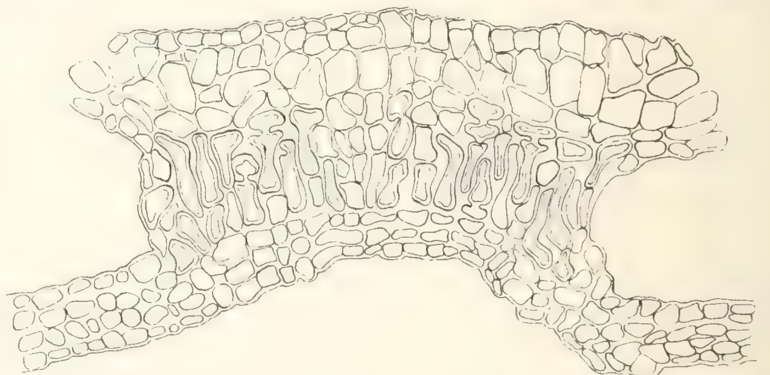


Fig. 24. *M. fragilis.* Querschnitt durch zwei, durch Haftwurzeln mit einander verwachsene Thalluslappen ($\frac{140}{1}$).

In Zusammenhang mit dem Bericht über den vegetativen Bau von *Martensia fragilis* sei auch kurz die Frage nach der Lebensdauer, Periodizität usw. der Individuen

berührt. Streng genommen, wäre wohl diese Frage nicht anders als im Zusammenhang mit der Entwicklung usw. der Reproduktionsorgane zu behandeln, da ja darin im allgemeinen die Periodizität sich am deutlichsten abspiegelt. Dass *M. fragilis* in dieser Beziehung einen periodischen Wechsel zeigt, indem sie nicht nur reichlicher im allgemeinen, sondern auch in Cystokarpienexemplaren an den zeylonischen Küsten vorzugsweise während des späteren Teils des Südwestmonsuns (August) vorkommt, habe ich an anderem Orte und in anderem Zusammenhang nachgewiesen (siehe SVEDELIUS, »Über die Algenvegetation eines ceylonischen Korallenriffes mit besonderer Rücksicht auf ihre Periodizität», S. 214). Eine eingehendere Prüfung meines Materials von dieser Pflanze weist jedoch auf eine Periodizität von noch anderer Art hin. Die *Martensia*-Polster können mit grösster Wahrscheinlichkeit mehrjährig werden, d. h. wohl vielleicht nicht das Netzwerk, dagegen aber die basalen Teile. Diese nehmen nämlich besonders an der Basis an Dicke zu, und dort werden reichlich Reservestoffe, Stärke, angehäuft. Wenn die verschiedenen Arten von Fortpflanzungskörperchen (Tetrasporen oder Karposporen) entlassen werden, löst sich bald das Netzwerk auf und zerfällt. Ebenso kann der obere Teil des zusammenhängenden Basalteils aufreissen und sich teilweise ablösen, der stärker ausgebildete Basalteil lebt aber weiter, der Rand heilt zusammen, und es kann seinerzeit neues Netzwerk zur Entwicklung kommen. Oder auch wird der Basalteil niederliegend, schlägt Wurzel und bildet aufwärtswachsende Prolifikationssprosse aus, die ihrerseits wieder Netzwerke ausbilden, also eine Art Verjüngerungssprosse (Fig. 20). Auf diese Weise werden also die *Martensia*-Pflanzen mehrjährig, mit weiterlebendem Basalteil und mit periodisch entwickeltem Netzwerk, ein Organisationstypus unter tropischen Florideen, der, wie ich vorher gezeigt habe, auf Zeylon nicht selten ist (SVEDELIUS, a. a. O., S. 191 ff.).

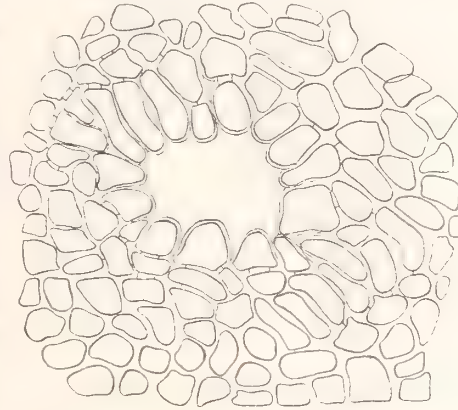


Fig. 25. *M. fragilis.* Ein Loch im Thallus, das im Begriff steht zu heilen ($\frac{150}{1}$).

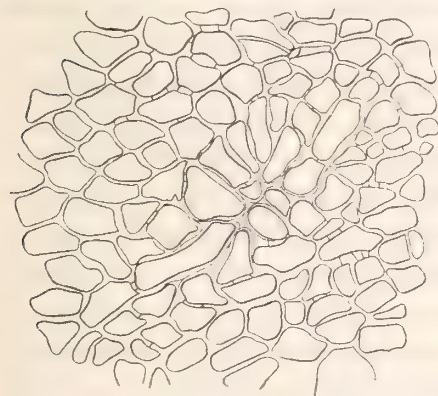


Fig. 26. *M. fragilis.* Ein geheiltes Loch im Thallus ($\frac{150}{1}$).

Ich habe nun beobachtet, dass, wenn auf diese Weise das Netzwerk wiederum sich entwickelt oder vielleicht genauer gesagt repariert wird, es auch auf andere Weise geschehen kann, als wenn das Netzwerk zum erstenmal bei Jungpflanzen gebildet wird.

Wie es dabei zugeht, ersieht man aus Fig. 27. Ein Thallusrand zeigt die eine Seite des beginnenden Netzwerkes, die äussersten Lamellenanlagen rechts haben sich indessen nicht gemeinsam entwickelt, wie sie es ja normalerweise tun, sondern sind gleich von Anfang an isoliert jede für sich angelegt worden und haben sich auch so weiter entwickelt. Sie haben bereits die Form von Scheiben angenommen, und an

der weitest nach links befindlichen isolierten Lamelle scheinen die Scheitelzellen gleichsam bereit, je nach ihrer besonderen Seite auszuwachsen und Brücken zu den Seitenlamellen hinüberzuschlagen. Eine derartige Bildung scheint auch von J. G. AGARDH

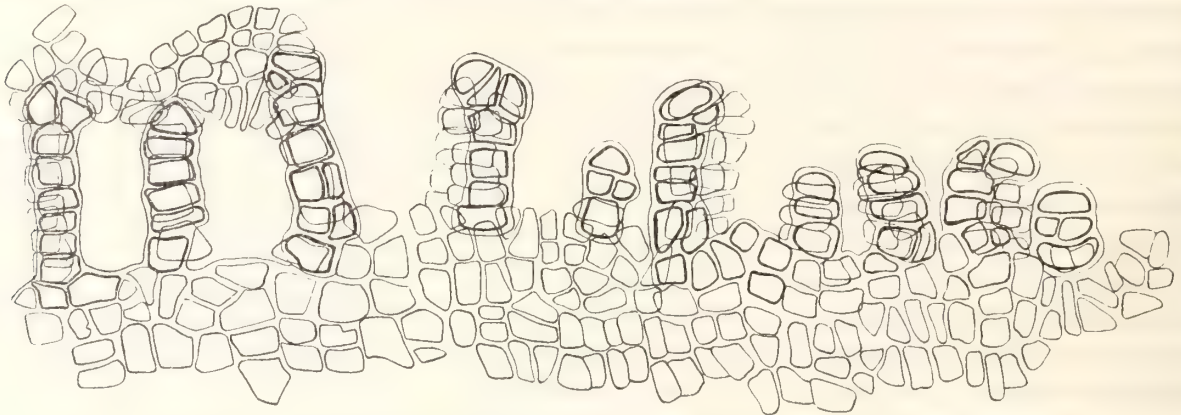


Fig. 27. *M. fragilis.* Netzwerkbildung durch sekundäres Verwachsen freier Lamellenanlagen ($\frac{200}{1}$).

beobachtet worden zu sein, der in »Species, Genera et Ordines Algarum» II, 3, S. 826 sagt: »Denticulos marginis, quos nunc prolongatos et quasi anastomosibus conjungi tendentes vidi, trabeculas primarias formare vix crediderim; denticulos autem consimiles, in trabeculis transversalibus nunc proeminentes (*M. denticulata*), in trabeculas accessorias, forsitan suspicandum est.» Es scheint dies in der Tat der in der Litteratur vorhandenen Angabe eine gewisse Berechtigung zu verleihen, wonach das Netzwerk bei *Martensia* stets seinen Ursprung von den kleinen Vorsprüngen herleiten sollte, welche, einer Zähnelung am Rande ähnlich, oft bei mehreren Arten und auch bei *M. fragilis* beobachtet werden können (Fig. 28). Gründe dafür, dass dieser soeben geschilderte Fall als Regel anzusehn wäre, finden sich indessen nicht, vielmehr haben wir darin mit aller Sicherheit eine Art gelegentlicher Ausbesserungsmassnahme seitens der Pflanze zu erblicken, wenn das Netzwerk zerrissen worden ist oder aus einem anderen Anlass ein solches von einem ausgewachsenen Thallusrand aus ausgebildet wird. Bei j u n g e n *Martensia*-Pflanzen habe ich nie etwas Derartiges beobachtet, sondern es geht dort die Netzbildung stets auf die typische, oben ausführlich geschilderte Weise vor sich. Dass die Anlegung und Ausbildung des *Martensia*-Netzwerkes auf verschiedene Weise geschehen kann, hat jedoch sein grosses Interesse.



Fig. 28. *M. fragilis.* Oberer Rand mit seiner Zähnelung ($\frac{800}{1}$).

Von den übrigen untersuchten *Martensia*-Arten kommt hinsichtlich der Ausbildung des Netzwerkes *M. elegans* der von mir soeben eingehend geschilderten *M. fragilis* am nächsten. Ich habe auch bei der Schilderung der allerfrühesten Anlegung des Netzwerkes bei *M. fragilis* zugleich über den Zellteilungsverlauf bei *M. elegans* berichtet.

Es sind von J. G. AGARDH Zweifel daran geäussert worden, ob *M. fragilis* wirklich eine von *M. elegans* verschiedene Art sei, und zwar im Hinblick auf die grosse Übereinstimmung im Bau. Dass sie jedoch von einander wohlgeschiedene Arten sind, dürfte keinem Zweifel unterliegen. Die verschiedene Art und Weise des Vorkommens der Spermatangien: in einem einzigen, grossen, znsammenhängenden Sorus bei *M. fragilis*, in mehreren kleineren, von einander isolierten bei *M. elegans*, ist ein Merkmal, das für sich allein schon zur Unterscheidung dieser Arten genügend wäre. Hierzu kommt aber noch weiter, dass es trotz der unbestreitbaren, grossen Ähnlichkeit im vegetativen Bau doch auch hierin einige recht charakteristische Unterscheidungsmerkmale zwischen den Arten giebt.

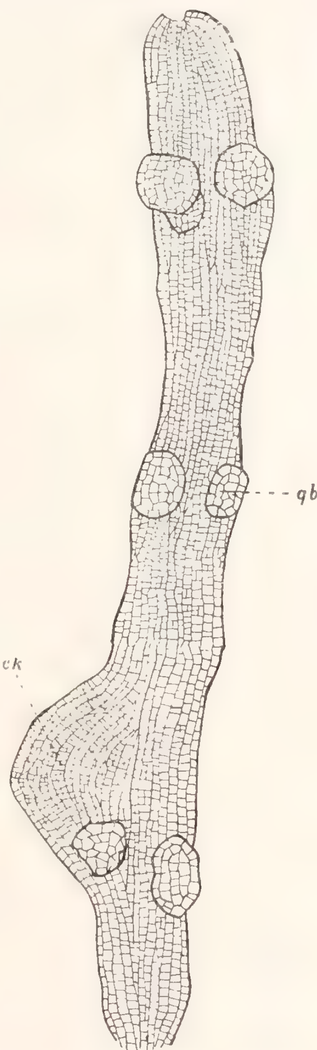


Fig. 29. *M. elegans.* Schematisches Bild einer Lamelle mit den Querbändern (*qb*) im Querschnitt mit einer Cystokarpienanlage (*ck*) ($\frac{47}{1}$).

Einen Unterschied bedingt so z. B. die verschiedene Ausbildung der Querbänder, welche die Lamellen mit einander verbinden. Diese wechseln, wie bereits oben erwähnt worden, recht sehr bei verschiedenen Arten. Während bei *M. fragilis* die Querbänder im allgemeinen keinen höheren Grad von Dicke erreichen, dafür aber sich ziemlich dicht und in grösserer Anzahl entwickeln, verhält es sich in dieser Beziehung bei *M. elegans* gerade entgegengesetzt. Schon bei einer makroskopischen Untersuchung von *M. elegans* (Taf. I, Fig. 11, 12; Exemplare von der Siboga-Expedition — Koer 12 vm) kann man wahrnehmen, dass die Querbänder bedeutend grösser und breiter, mehr in die Augen fallend und vor allem regelmässiger ausgebildet sind. Man vergleiche z. B. das Bild (Taf. I, Fig. 11, 12) von *M. elegans* mit den entsprechenden Bildern (Taf. I, Fig. 1, 2) von *M. fragilis!* Das Gleiche geht auch aus den Bildern von *M. elegans* hervor, welche KRAUSS in Flora 1844 (Taf. II) und HARVEY in »Nereis Australis» (Tab. XLIII) geliefert haben. Auf letztgenanntem Bilde ist auch das Netzwerk korrekt wiedergegeben worden. Noch besser tritt die Verschiedenheit der Querbänder bei der mikroskopischen Prüfung einer Lamelle hervor. Fig. 29 zeigt ein schematisches Bild von einer ganzen Lamelle, und Fig. 30 zeigt ein Stück derselben in Vergrösserung. Es geht hieraus mit wünschenswertester Deutlichkeit hervor, dass die Querbänder bei *M. elegans* nicht nur relativ gering an Zahl, sondern auch ganz besonders gross und grob sind. Fig. 30 zeigt, dass sie im Querschnitt aus bis zu 8—10 Zellschichten bestehen, demnach bedeutend dicker sind als die entsprechenden Querbänder bei *M. fragilis* (vergl. Fig. 18). Andererseits scheinen nicht so viele Querbänder höherer Ordnung, kaum überhaupt welche, zur Entwicklung zu kommen. Hierdurch erhält das Netzwerk bei *M. elegans* ein regelmässigeres Aussehen als bei *M. fragilis.* In älterem Stadium wird zwar die Regelmässigkeit gestört, in der Jugend verhalten sich aber jedenfalls die *M. elegans*-Pflanzen in dieser Hinsicht verschieden von *M. fragilis.*



Fig. 30. *M. elegans.* Partie einer Lamelle mit zwei Querbändern in Querschnitt ($\frac{150}{1}$).

Zu dieser Verschiedenheit in der Ausbildung der Querbänder kommt dann weiter die verschiedene Entwicklung des Netzwerkes in seiner Gesamtheit im Vergleich mit dem zusammenhängenden basalen Teil, sowie ferner der Grad der Lappigkeit hinzu, welches eben die Merkmale sind, die nach J. G. Agardh die besten Unterscheidungskennzeichen zwischen *M. fragilis* und *M. elegans* darstellen. Dass das Verhältnis zwischen der Höhe des Netzwerkes und des zusammenhängenden, nicht durchbrochenen Basalteils durchgehends verschieden bei *M. fragilis* und *M. elegans* sind, kann ich nach Untersuchung zahlreicher Exemplare von jeder der beiden Arten gleichfalls bestätigen. Als allgemeine Regel gilt, dass bei *M. fragilis* (siehe Fig. 8, S. 11) das Netzwerk auch bei völlig geschlechtsreifen Individuen fast niemals 5 mm an Höhe überschreitet, auch wenn die Höhe der ganzen Pflanze bis gegen 40 mm beträgt, die grössten Exemplare, die ich kennen gelernt habe. Die durchschnittliche Höhe für *M. fragilis* (Netzwerk und Basalteil zusammen) dürfte ungefähr 20 mm betragen (an den von mir beobachteten Exemplaren wechselte die Höhe zwischen 12 und 39 mm). Andererseits erreicht die Höhe des Netzwerkes bei *M. elegans* (siehe Fig. 31!) bisweilen über 20 mm (beobachtetes Maximum 23 mm!) und dürfte im Durchschnitt im vollentwickelten Stadium eher über als unter 10 mm betragen. Die durchschnittliche Gesamthöhe von *M. elegans* dürfte ungefähr 30 mm sein (die von mir beobachteten Masse schwanken zwischen 17 und 47 mm), während der entsprechende Wert für *M. fragilis*, wie oben angeführt wurde, 20 mm (Durchschnittshöhe) ist. *M. elegans* ist demnach in toto durchgehends gröber und grösser als *M. fragilis*, während gleichzeitig das Netzwerk gleichfalls sowohl absolut als relativ (im Vergleich mit dem Basalteil) höher bei *M. elegans* als bei *M. fragilis* ist. Eine eingehende Prüfung eines reichlichen Materials von *M. fragilis* von Zeylon nebst Herbarienmaterial und Spiritusmaterial von *M. elegans* sowohl vom Kap der guten Hoffnung als vom Indo-Malaiischen Archipel bestätigt demnach völlig — auch abgesehen von ande-

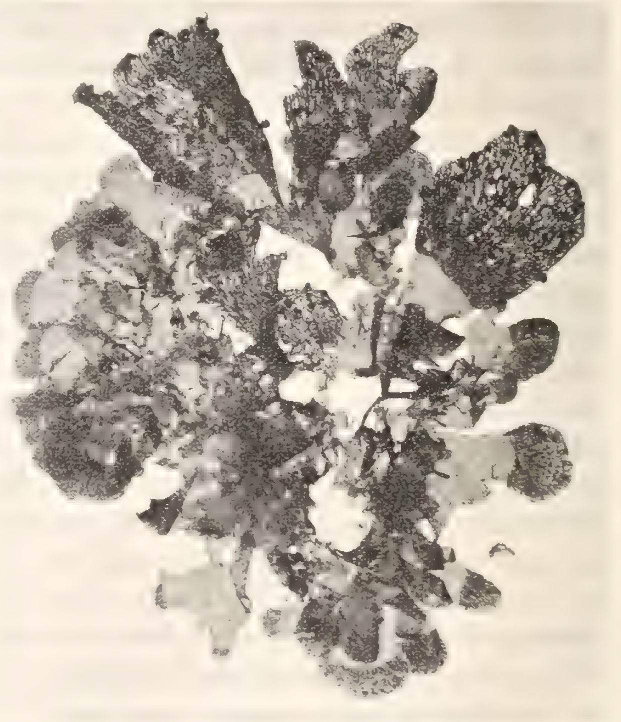


Fig. 31. *M. elegans.* Cystokarpienexemplar (aus Herb. J. G. Agardh Nr. 36272), ($\frac{1}{1}$).

ren angeführten Merkmalen — die Berechtigung der Auffassung J. G. AGARDH's, dass die Grössenverhältnisse ein gutes Unterscheidungsmerkmal zwischen diesen im übrigen allerdings sehr nahe verwandten Arten abgeben (vergl. Fig. 8 u. 31!).

Hinzu kommt des Weiteren noch die Verschiedenheit zwischen *M. elegans* und *M. fragilis* in der Wachstumsart, besonders der Polsterbildung. Hierauf hat eben HARVEY hingewiesen. Als er in HOOKER's Journal of Botany (Vol. VI, 1854) in dem Aufsatz »Short Characters of three new Algae from the Shores of Ceylon» die erste kurze Diagnose von *M. fragilis* lieferte, hiess es auch: »frondibus in cæspitem globosum densissime aggregatis fragilibus tenuissimis multifidis, lobis obtusis adultis apice clathrato-fimbriatis». Mit anderen Worten: der polsterartige Wuchs wird zu allererst in der Diagnose betont. Dann schildert HARVEY auch, wie die einzelnen Blätter in den Polstern so fest mit einander zusammenhängen, dass sie nicht gelöst werden können, ohne zerrissen zu werden. Da diese Dinge besonders für *M. fragilis* in einer so äusserst knappen Beschreibung von kaum 10 Zeilen erwähnt werden, so zeigt dies, dass HARVEY es als besonders bemerkenswert und für die Diagnose wichtig erachtete.

J. G. AGARDH, der gleichwohl nie lebende *Martensia*-Arten gesehen hat, spricht seine Zweifel an der Verwendbarkeit der Wachstumsweise als Artmerkmal aus. Er sieht darin nur eine zufällige Abweichung, möglicherweise dadurch hervorgerufen, dass die Exemplare von den Wellen umhergetrieben worden sind. HARVEY hatte nämlich *M. fragilis* nur in auf den Strand geworfenen Exemplaren beobachtet. »Hoc modo differentias statum quendam peculiarem speciminum, potius quam differentiam specificam indigitare, conjicere liceret», sagt J. G. AGARDH (Species, Genera et Ordines Algarum II, 3, S. 830). Hat man aber *M. fragilis* an ihrem natürlichen Standort gesehen, so kann man AGARDH in dieser seiner Annahme nicht folgen, dass die Polsterbildung bei *M. fragilis* nur ein Zufall sei, der auf einem Umhertreiben im Meere beruhe. Ich habe ziemlich grosse Mengen von angewachsenen Polstern von eben dem Aussehen beobachtet, wie Fig. 1, Taf. I es zeigt, und ganz sicher kommt in dem Bilde der natürliche Habitus von *M. fragilis* gut zum Ausdruck. Dass schon frühzeitig eine solche Wachstumsweise durch die eigentümliche, dütenförmige Ausbildung und die Zusammenfaltung der Basalpartien und schliesslich durch das Verwachsen der einzelnen Lappen begünstigt wird, habe ich schon oben erwähnt. All dies ist allzu charakteristisch und kommt allzu allgemein vor, als dass es lediglich auf Zufall beruhen könnte. Der polsterartige Wuchs ist demnach ein morphologisch-biologisches Merkmal für *M. fragilis* so gut wie irgend ein anderes und hängt mit der Lebensweise der Pflanze zusammen. *Martensia fragilis* kommt nämlich bei Zeylon in der oberen Litoralregion an solchen Stellen auf den Riffen und Klippen vor, wo zwar die heftigste Gewalt des Meeres gebrochen, der Wasserwechsel und der Wellenschlag aber doch noch recht lebhaft ist, z. B. auf Steinen und Felsen in der Lagune hinter dem Riff, wie bei Galle. Bei starker Ebbe liegt sie nahezu auf dem Trockenen. Dagegen habe ich niemals an den Küsten Zeylons *Martensia* als Bestandteil der im übrigen so reichen und charakteristischen Vegetation der Felsenhöhlen (»rockpools») gesehen. Dies ist dagegen gerade der Fall bei *M. elegans*, wenigstens an den Küsten von Natal, wie Frau WEBER v. BOSSE mir freundlichst in einem Briefe mit-

geteilt hat. Dort bildet *M. elegans* einen Bestandteil der Flora von Felsenhöhlen. Frau v. BOSSE schreibt, dass man dort (bei Natal) »wonderful little rockpools» findet, «and these are covered by a fine luxurious vegetation. In one of the rockpools *Martensia elegans* grew intermingled with other algae but still forming clusters of a most beautiful pale grey silver shade with lilac undertone. It is something exquisite to see the soft slippery thing under water; its transparent beauty fades the moment you take it out of the water. *Martensia elegans* is a highly iridescent plant».

So kam nie *M. fragilis* an den Küsten Zeylons vor, wo die ziemlich festen Polster während der Ebbe fast über die Wasseroberfläche hervorragten. Auch habe ich nicht beobachtet, dass *M. fragilis* in höherem Grade iridisierend wäre. Wäre sie es gewesen, so hätte ich es mit Sicherheit bemerkt und notiert, da mehrere andere Florideen sich eben durch diese Eigenschaft auszeichneten.

Dazu kommt, dass eine besonders hervortretende Polsterbildung mit dadurch bedingter Verwachsung der Thalluslappen usw. für *M. elegans* niemals angeführt worden ist. Die Herbarienexemplare deuten auch nicht darauf hin, und dies hängt wohl mit der Wuchsart im übrigen zusammen, denn Algen, die in Felsenhöhlen wachsen, wenig dem Drang der Wogen ausgesetzt, pflegen sich nicht durch Neigung zur Polsterbildung auszuzeichnen.

Dass aber auch *M. elegans* mehr exponiert, der Brandung und dem Wellenschlag ausgesetzt, wachsen kann, geht aus KRAUSS' Angabe hervor, als er zum erstenmal in der Natalbucht diese Pflanze erbeutete. Er giebt sie nämlich als an einer Stelle »in der heftigsten Brandung, nahe unter dem Wasserspiegel der gewöhnlichen Ebbe» wachsend an. Von einer besonderen Polsterbildung bemerkt er jedoch nichts. Nach freundlicher Mitteilung von Frau WEBER v. BOSSE sind die *Martensia*-Arten im Indo-Malaiischen Archipel sehr selten und nie besonders augenfällig. Unsere Kenntnisse bezüglich ihrer Lebensweise sind daher nicht eben gross.

Aus dem Angeführten dürfte indessen hervorgehn, dass die Verschiedenheit zwischen *M. fragilis* und *M. elegans* sich nicht lediglich auf geringe Unterschiede im vegetativen Bau beschränkt, sondern dass sie sich auch in verschiedenartiger Lebensweise und damit in Zusammenhang stehenden Organisationseigentümlichkeiten, d. h. in biologischen oder ekologischen Merkmalen zeigt. Schon aus diesen Gründen — von allen anderen abgesehen — ist natürlich eine Scheidung der beiden Arten völlig berechtigt. Hinsichtlich ihres vegetativen Baues stehen sich indessen *M. elegans* und *M. fragilis* sehr nahe und bilden zusammen einen eigenen Organisationstypus innerhalb der Gattung *Martensia*.

An diesen Typus schliessen sich wahrscheinlich auch die grössten aller Martensien, *M. australis* und *M. gigas*, an.

B. Der Martensia pavonia-Typus.

Wenn bereits *Martensia elegans* und *fragilis* aus guten Gründen rücksichtlich ihres vegetativen Baues als eine besondere kleine Gruppe innerhalb der Gattung zusammengestellt werden können, so gilt dies mit noch grösserem Recht für die Arten *M. pavonia*

und *M. denticulata*, die J. G. AGARDH zu der Untergattung *Mesotrema* vereinigt hat. Das Charakteristische für diese beiden Arten ist die zusammenhängende, oberhalb des Netzwerks befindliche Gewebszone, die sehr bald zu einem neuen Netzwerk sich auswächst. Dies wiederholt sich mehrere Male, und so entstehen sukzessiv nach einander verschiedene Netzwerke, die mit nicht netzförmig durchbrochenen Partien abwechseln. Eine Andeutung zu derartigem ist wohl bisweilen auch bei *M. elegans* und vielleicht auch bei *M. fragilis* zu verspüren, bei *M. denticulata* und *M. pavonia* ist es aber die Regel.

Von den zu dieser Gruppe gehörigen Arten habe ich *M. pavonia* näher untersuchen können. Von dieser Art, der einzigen *Martensia*, die von Westindien bekannt ist, hat mir nämlich dank dem freundlichen Entgegenkommen des Herrn Dr. BÖRGESEN ein wohlerhaltenes Spiritusmaterial, von BÖRGESEN bei St. Croix eingesammelt, zur Untersuchung vorgelegen.

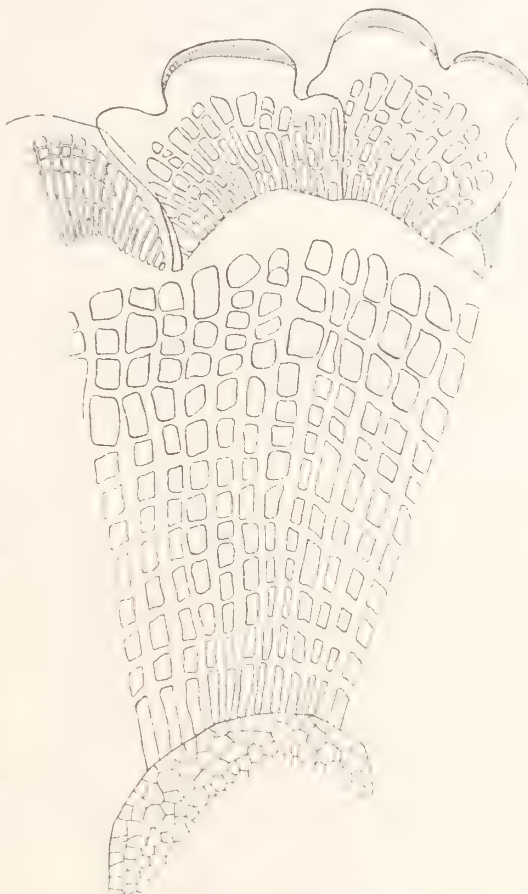


Fig. 32. *M. pavonia*. Schematisches Bild von der Bildung des Netzwerks ($\frac{20}{1}$).

Es mag freilich im Hinblick auf die Spärlichkeit des Materials misslich sein, ein Urteil auszusprechen, da aber sämtliche Individuen an anderen Algen anhafteten, so sieht es aus, als wenn *M. pavonia* mehr als Epiphyt aufträte. Ausser durch einige andere Charaktere, worüber des weiteren noch gehandelt werden soll, erhält man denselben Eindruck von dieser Alge auch beim Studium der oft ziemlich fragmentarischen und verfitzten Reste in den Herbarien. Selten sieht man ganze, normal entwickelte Individuen. Inwiefern sie nun immer Epiphyt ist oder nicht, muss natürlich dahingestellt bleiben — vielleicht irre ich mich — sicher ist indessen, dass sie niemals in so grossen, schönen Polstern zu wachsen scheint, wie das für die zeylonische *M. fragilis* charakteristisch ist, oder auch nur in solchen Polstern wie *M. elegans*.

Rücksichtlich ihres anatomischen Baues weicht *M. pavonia* nicht unwesentlich in einigen Beziehungen von *M. fragilis* ab, welche Verschiedenheit auch in den Artmerkmalen oder vielleicht genauer — wie oben erwähnt worden — in dem Merkmal der ganzen J. G. AGARDH'schen Gruppe *Mesotrema* zum Ausdruck kommt, dem Umstand nämlich, dass der oben am Netzwerk befindliche, zusammenhängende Rand sukzessiv immer wieder von neuem auswächst und ein neues Netzwerk bildet, dessen Rand das Gleiche wiederholt u. s. w.

Fig. 32 giebt ein schematisches Bild hiervon, wo bis zu drei Generationen von Netzwerken zur Entwicklung gekommen sind, das unterste, stärkst entwickelte völlig fertig — es trägt Spermatangien — während das oberste kaum mehr als angelegt ist.

Bei dem Bericht über den Aufbau von *M. pavonia* kann ich mich kurz fassen, indem ich nur auf die Übereinstimmungen und Abweichungen zwischen dieser Art und *M. fragilis* hinweise. Die Anlegung und Entwicklung des Netzwerkes geschieht auf die gleiche Weise wie bei *M. fragilis*. So treten auch hier die Basalzellen (Fig. 33, *bz*) der zuerst angelegten Zellreihen sehr deutlich dadurch hervor, dass sie sehr lange ungeteilt bleiben, während sie sich gleichzeitig erweitern und strecken, so dass sie ausserordentlich viel grösser werden als alle anderen herumliegenden Zellen (s. Fig. 33, *bz* und Fig. 34, *bz*). In den Zellreihen, welche die Lamellen bilden, treten nun sehr früh — vielleicht früher als bei *M. fragilis* — Teilungen in der Ebene der Thallusfläche ein, so dass sie bald mehrschichtig werden.

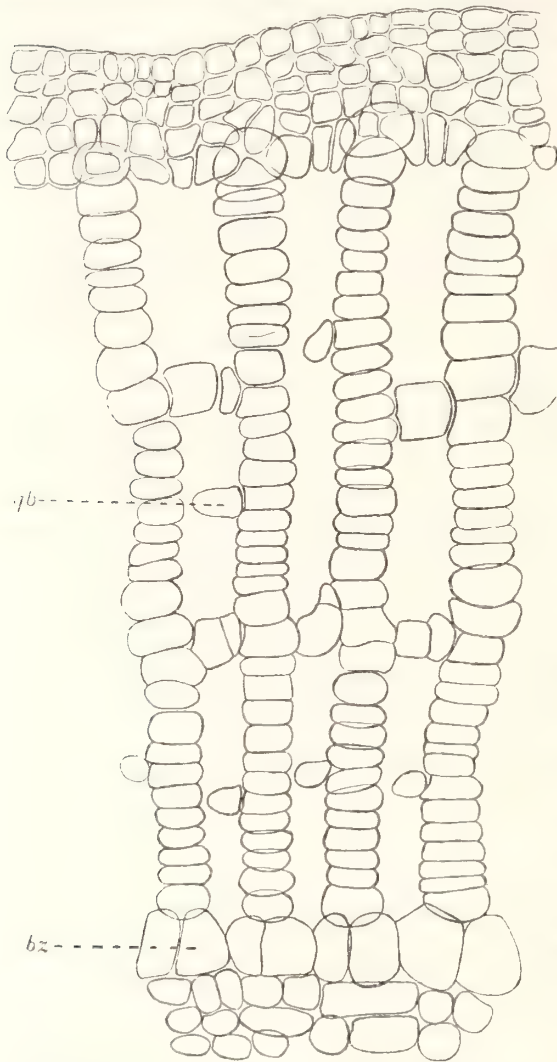


Fig. 33. *M. pavonia*. Ausbildung des Netzwerks. (*bz*) Basalzelle; (*qb*) Anlage zu einem Querband ($\frac{225}{1}$).

Ein noch deutlicherer Unterschied zwischen den beiden Arten tritt indessen bald in den interkalaren Teilungen hervor. Diese sind bei *M. pavonia* äusserst zahlreich, was zu dem Ergebnis führt, dass die Lamellen frühzeitig höchst beträchtlich in der Höhe anwachsen. Es kommt hierdurch auch zu einer ganz anderen Konfiguration des gesamten Netzwerkes bei *M. pavonia* als bei *M. fragilis*. Bei dieser letzteren Art ist das Netzwerk dem Umfange nach mehr schmal halbmondförmig, langsam nach den Rändern hin abnehmend und den grossen, zusammenhängenden, basalen Teil gleichsam umschliessend (s. Fig. 17, S. 18!), während bei *M. pavonia* das ganze Netzwerk dem Umfange nach mehr quadratisch rechteckig, bedeutend höher und grösser ist als der unbedeutende zusammenhängende Basalteil und jedenfalls nicht langsam nach den Rändern hin sich verjüngt, sondern mehr scharf abgesetzt ist (siehe Fig. 32!). Diese verschiedene Form des Netzwerkes hängt eben mit dem früh eintretenden, starken Höhenwachstum der Lamellen zusammen. Am besten tritt dies vielleicht bei einem Vergleich zwischen Fig. 15 (S. 17) von *M. fragilis* und Fig. 33 hervor, welch letztere den Aufbau des Netzwerks bei *M. pavonia* zeigt. In beiden Fällen sind die mittleren Querbänder (*qb*) eben fertiggebildet, d. h. der Anschluss an die nächste Lamelle erlangt, und darüber und darunter ist die erste Anlage zu den Querbändern der nächsthöheren Ordnung zu sehen. Diese Bilder stammen daher aus ungefähr gleichzeitigen Stadien. Die Verschiedenheit bezüglich der Höhe der Lamellen und der Anzahl der in ihnen enthaltenen

Zellen ist ja offenbar. Bei *M. pavonia* beträgt die Anzahl der Zellenstockwerke ungefähr 30—32, während sie bei *M. fragilis* nur ungefähr 15—16, d. h. nur die Hälfte beträgt. Jede Masche im Netzwerk bei *M. pavonia* wird demnach doppelt so hoch oder besteht wenigstens aus doppelt so vielen Zellenstockwerken wie die entsprechende Masche bei *M. fragilis*. Dass die Maschen bei *M. pavonia* sehr gross sind, bemerkt auch J. G. Agardh bei seiner Behandlung dieser Art (in Species, Genera et Ordines Algarum II, 3, S. 832), wo er angiebt, dass er bis zu 12 Zellen hohe Maschen beobachtet hat. Hinsichtlich der Form der Lamellen selbst besteht in Zusammenhang hiermit auch eine Verschiedenheit, indem sie bei *M. pavonia* schmal, langgezogen, gleichmässig breit, bei *M. fragilis* dagegen oft mehr lanzettlich, am dicksten ungefähr in der Mitte sind und sich langsam nach den Seiten hin verjüngen.

Was die Querbänder zwischen den Lamellen betrifft, so herrscht auch hierin ziemlich grosse Verschiedenheit zwischen *M. pavonia* und *M. fragilis* sowohl hinsichtlich ihrer Form wie auch besonders hinsichtlich ihrer Ausbildung. Die Anlage ist von der bei *M. fragilis* insofern verschieden, als bei *M. pavonia* das Querband fast stets dadurch gebildet wird, dass von einer Lamelle nur eine Zelle einseitig ausgebildet wird, die sich streckt, teilt und dann zur nächsten Lamelle hinüberwächst und dort Anschluss findet (s. Fig. 33, *qb*). Diese Querbänder werden alle in einer Reihe ungefähr in derselben Höhe ausgebildet, und alle Lamellenränder auf derselben Seite werden nach derselben Richtung hin ausgebildet (s. Fig. 33). Bei *M. fragilis* dagegen werden von jedem Lamellenrand auf derselben Seite Vorsprünge nach beiden Richtungen hin ausgebildet (siehe Fig. 15, S. 17). Diese Vorsprünge von beiden Seiten her stossen in der Mitte sozusagen auf halbem Wege zusammen und vereinigen sich zu dem zwischen den Lamellen verlaufenden, sie verbindenden Querband (s. Fig. 15, S. 17). Das Querband bei *M. fragilis* wird demnach durch Zusammenwachsen von Vorsprüngen von zwei benachbarten Lamellen aus gebildet, während es bei *M. pavonia* von einseitig entstandenen Vorsprüngen gebildet wird, die mit dem benachbarten Lamellenrande zusammenwachsen. Diese Verschiedenheit in Anlage und Ausbildung dürfte vielleicht damit zusammenhängen, dass der relative Abstand zwischen den Lamellen bei *M. fragilis* grösser ist als bei *M. pavonia*, wo dieser Abstand ziemlich lange Zeit hindurch sehr kurz ist, indem das ganze Wachstum anfangs sich auf das Höhenwachstum der Lamellen konzentriert.

Eine weitere Verschiedenheit der Querbänder zeigt sich darin, dass bei *M. fragilis* in einem späteren Stadium auch Zellteilungen in den Querbändern eintreten, so dass sie schliesslich aus mehreren Schichten bestehen. Bei *M. pavonia* sind sie dagegen auch im ausgewachsenen Stadium stets einschichtig, indem sie nur aus einer Zellreihe bestehen.

Wir sehen demnach, dass die Unterschiede, die zwischen *M. fragilis* und *M. pavonia* vorhanden sind, sich nicht lediglich auf die Unterschiede sozusagen in der Rhythmik der Netzbildung beschränken, sondern dass sie sich auch auf die Art und Weise des zellularen Aufbaus des Netzwerks erstrecken.

Schliesslich sei noch ein anderer — im Vorhergehenden nur angedeuteter — Unterschied erwähnt, der bis zu einem gewissen Grade mit der Lebensweise zusammenhängen

dürfte. Es ist das die bei *M. pavonia* vorhandene grosse Neigung, Haftwurzeln auszubilden und zwar nicht nur von dem zusammenhängenden basalen Teil aus, wie bei *M. fragilis* (wo ja diese Befestigungsorgane kräftig zur Polsterbildung beitragen), sondern auch von den Rändern des Netzwerks aus. Fig. 34 zeigt das Bild eines solchen, vom Rande auswachsenden Haftwurzelbüschels. Sogar Zellen dicht oberhalb der oberen Anheftungspunkte der Lamellen nehmen an diesem Auswachsen zu Haftwurzeln teil. Diese Wurzeln dienen nun zur weiteren Befestigung von *M. pavonia* an den anderen Algen, auf welchen sie epiphytisch wächst. Derartige akzessorische Haftwurzeln spielen besonders eine grosse Rolle bei der Befestigung der Netzwerksysteme, wenn sie sich von der Mutterpflanze loslösen und individualisieren. Gewisse Beobachtungen weisen nämlich deutlich darauf hin — das Untersuchungsmaterial ist allzu knapp, als dass ich mich mit absoluter Bestimmtheit äussern könnte — dass, wenn die oberen Netzwerksysteme einen vorgeschrittneren Grad der Entwicklung erreicht haben, und gleichzeitig das untere — ich möchte fast sagen das Mutternetzsystem — nach Ausbildung der Fortpflanzungsorgane sich aufzulösen beginnt, die ersteren sich von einander ablösen und individualisieren können. Eine Individuenbildung auf diesem Wege scheint mir auf Grund einiger Beobachtungen an *M. pavonia* von St. Croix so gut wie über allen Zweifel erhaben. Die sekundären Haftwurzeln, die an beliebigen Stellen auswachsen können, sind nun die einzigen Haftorgane dieser individualisierten Sprossteile. Sie spielen demnach bei *M. pavonia* eine etwas andere Rolle als bei *M. fragilis*, wo sogut wie niemals sekundäre Netzwerke zur Ausbildung kommen, viel weniger denn sich individualisieren, sondern wo die Haftwurzeln, ausschliesslich von dem zusammenhängenden Teil auswachsend, vorzugsweise zum Zusammenhalten der Polster beitragen.

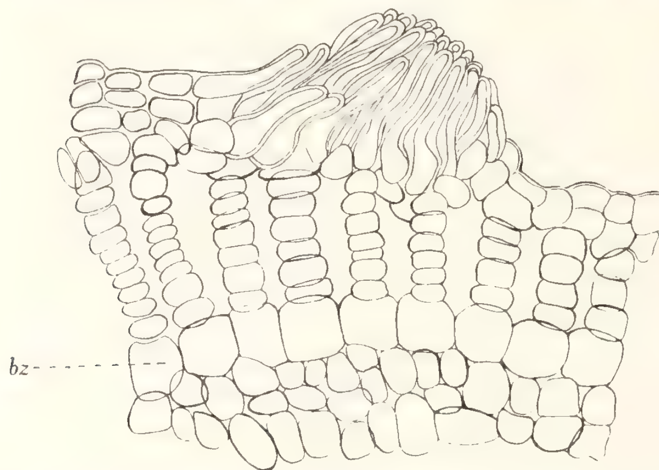


Fig. 34. *M. pavonia.* Haftwurzelbüschel, vom Netzwerkrande aus gebildet; *bz* Basalzelle ($\frac{200}{1}$).

Die verschiedenen Organisationen im morphologischen Bau von *M. pavonia* und *M. fragilis* scheinen also aufs engste mit der etwas verschiedenen Lebensweise der Arten zusammenzuhängen.

M. denticulata steht ihrer ganzen Organisation nach *M. pavonia* sehr nahe. Sie ist jedoch mit Sicherheit nicht Epiphyt in demselben Grade wie *M. pavonia*, sondern wächst an Felsen anhaftend in lockeren Polstern ungefähr wie *M. elegans*. Der basale zusammenhängende Teil ist oft sehr kräftig entwickelt (Fig. 9, S. 11), und der obere Rand ist mit zahlreichen stachelähnlichen Vorsprüngen versehen. Ich habe ferner bei *M. denticulata* keine Bildung von Haftwurzeln beobachtet, weder von der Art, wie sie bei *M. pavonia* vorkommen, noch auch von der bei *M. fragilis*.

Das Netzwerk ähnt in höchstem Grade dem bei *M. pavonia*. Es werden gleich-

falls sukzessiv mehrere Netzwerke über einander ausgebildet, genau wie bei *M. pavonia*. Ebenso ist es charakteristisch, dass diese so stark nach der Höhe zu sich entwickeln. Die verbindenden Querbänder der Lamellen sind auch, ganz wie bei *M. pavonia*, sehr dünn und zart, selten mehrschichtig. Sie werden jedoch wie bei *M. fragilis* als Vorsprünge nach zwei Richtungen hin ausgebildet. Dagegen gelangen fast keine akzessorischen Querbänder zur Ausbildung, d. h. neue Querbänder über die hinaus, die bei der ersten Ausbildung des Netzwerks gebildet wurden, kommen nicht zur Entwicklung. Solche wurden auch bei *M. pavonia* niemals gebildet. Der ganze Bautypus bei *M. denticulata* ist demnach derselbe wie bei *M. pavonia*. Der Unterschied scheint — ausser in dem Vorkommen der stachelähnlichen Vorsprünge, von denen ja *M. denticulata* ihren Namen erhalten hat — in der bedeutend kräftigeren Ausbildung des basalen, zusammenhängenden Teils zu bestehen.

Der gemeinsame Zug für diese Gruppe innerhalb der Gattung *Martensia* ist die regelmässig wiederholte Netzbildung sowie das schnelle Höhenwachstum der Lamellen im Verein mit der schwachen Ausbildung der Querbänder und der Abwesenheit sekundärer oder akzessorischer Querbänder.

Wahrscheinlich steht die Abwesenheit akzessorischer Querbänder bei *M. pavonia* und *denticulata* in Zusammenhang mit der Wachstumsart der Lamellen. Sie schiessen nämlich bei diesen Arten rasch in die Höhe und erreichen so früh ihre endgiltige Grösse, danach werden alle Querbänder ungefähr gleichzeitig ausgebildet, und das Netzwerk wächst nicht mehr weiter. Die Querbänder haben daher alle dasselbe Alter und werden gleichgross. Bei *M. elegans* und *fragilis* kommt in der Regel nur ein Netzwerk zur Entwicklung, dieses scheint aber eine längere Wachstumsperiode zu haben, es wächst langsamer, erhält daher Querbalken von verschiedenem Alter, und zwischen den älteren werden neue angelegt, die demnach nicht nur jünger, sondern auch zarter sind als die ältesten, frühest angelegten, die währenddessen an Dicke zugenommen haben.

Bei diesen beiden Typen, dem *M. fragilis*-Typus und dem *M. pavonia*-Typus, finden wir demnach sozusagen zwei verschiedene Bauschemata realisiert, der eine (der *M. fragilis*-Typus) durch ein Netzsystem ausgezeichnet, das lange zunimmt und sich sukzessiv vergrössert, und dadurch, dass neue Querbänder zwischen den alten gebildet werden, der andere (der *M. pavonia*-Typus) durch mehrere Netzwerke ausgezeichnet, die sukzessiv nach einander gebildet werden, wobei aber jedes Netzwerk rasch seine endgiltige Grösse erreicht und rasch sein Wachstum abschliesst. Die verschiedenen Typen repräsentieren je für sich zwei verschiedene Wege, dasselbe Ziel zu erreichen: die Ausbildung von mehr Netzwerkgewebe.

C. Der Martensia flabelliformis-Typus.

Martensia flabelliformis nimmt hinsichtlich ihres vegetativen Baues eine Sonderstellung im Vergleich mit den bisher geschilderten Arten schon durch den stets stark entwickelten, stielartigen Fuss ein (s. Fig. 6, S. 9). Ich habe dies bereits im Vorhergehenden geschildert und nachgewiesen, dass etwas Entsprechendes hierzu auch bei *M. fragilis* vorkommen kann, wo ich Ähnliches bei jungen männlichen Pflanzen beobachtet habe (Taf. I, Fig. 3—5). An ausgewachsenen

Exemplaren von *M. fragilis* sieht man dagegen niemals einen derartigen Fuss. *M. flabelliformis* aber hat regelmässig ein solches Haftorgan. Ob dies nun irgendwie mit der Lebensweise zusammenhängt und teilweise vielleicht auf einer verschiedenartigen Beschaffenheit des Standortes beruht, muss vorläufig völlig dahingestellt bleiben. Angaben, die in dieser Beziehung Aufschluss gewähren könnten, kommen in der algologischen Litteratur nicht vor.

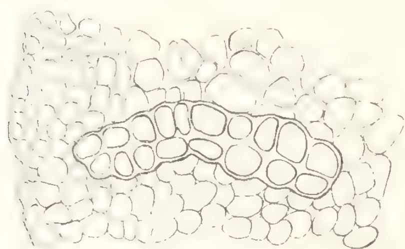


Fig 35. *M. flabelliformis.* Querband in Querschnitt ($\frac{140}{1}$).

Ich habe oben (S. 11) auch darauf hingewiesen, dass bei keiner *Martensia*-Art die basale, zusammenhängende Gewebspartie eine so unbedeutende Entwicklung erreicht wie bei *M. flabelliformis.* Die Bildung des Netzwerkes beginnt dafür um so früher und erreicht eine hohe Entwicklung, die in einer einzigen grossen, zusammenhängenden, fächerförmigen Gewebspartie resultiert, welche eine starke Tendenz hat, bisweilen fast kreisrund zu werden. Da das mir zugängliche Untersuchungsmaterial von dieser Pflanze sehr dürftig ist — ausser gepresstem Material hat mir nur ein einziges Spiritusexemplar vorgelegen, das Frau Weber v. Bosse mir gütigst leihweise überlassen hat — so kann ich nicht so genau im Einzelnen über die Anlegung und die früheste Ausbildung des Netzwerkes berichten. Ich bin genötigt, mich auf einige Einzelheiten bei der ausgewachsenen Pflanze zu beschränken. J. G. Agardh giebt bezüglich dieser Art an (Species, Genera et Ordines Algarum II, 3, S. 827): »fenestrata pars . . . in juvenili fere tota coeca, in adultiore areolis rectangularibus una pagina apertis, altera diu coecis, nunc demum apertis, instructa». Wie ich bereits oben an anderer Stelle (S. 21) erwähnt habe, beruht diese Bemerkung gänzlich auf Fehlbeobachtung. Die Höhlungen werden nie von Häutchen o. dgl. verschlossen, so dass »fenestra coeca» gebildet werden können. Dagegen sind hier die Lamellen äusserst dichtgestellt mit zahlreichen Querbändern, die natürlich bei Pressen leicht aneinanderhaften, so dass hierdurch Agardh's Angabe ihre natürliche Erklärung erhält. Agardh weist dagegen sehr richtig auf die starke Ausbildung von Querbändern hin und auch darauf, dass akzessorische Bänder, sowohl longitudinale als transversale, fortgesetzt während einer langedauernden Entwicklung gebildet zu werden scheinen. Agardh sagt nämlich (a. a. O., S. 827): »Si recte observaverim, trabeculae accessoriae et longitudinales et transversales continuo formantur in increscente planta, ut magis regulariter dispositae a primariis non facile distinguantur». Es ist

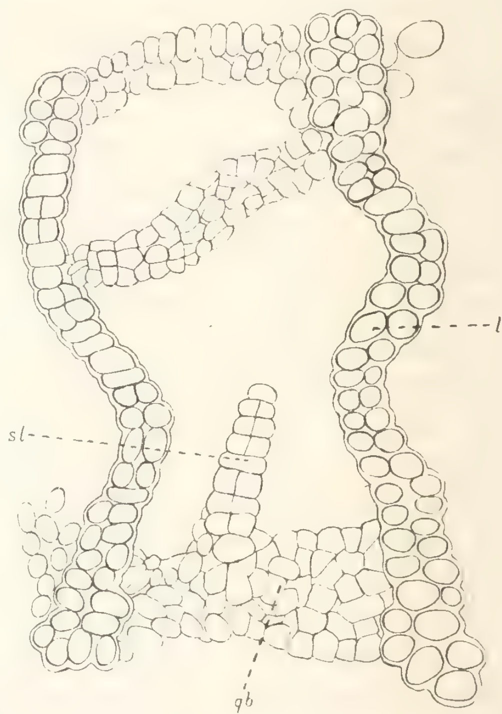


Fig 36. *M. flabelliformis.* Querschnitt durch das ausgewachsene Netzwerk, die primären Lamellen (*l*), die Querbänder (*qb*) und die daraus sich entwickelnden sekundären Lamellen (*sl*) zeigend ($\frac{140}{1}$).

eben vielleicht das Charakteristischste für den *flabelliformis*-Typus, wodurch er von all den zuvor beschriebenen *Martensia*-Arten abweicht, dass auch akzessorische oder sekundäre Längslamellen (von AGARDH nicht völlig treffend — aus Gründen, die ich bereits oben erwähnt habe — »trabeculae longitudinales» genannt) gebildet werden.

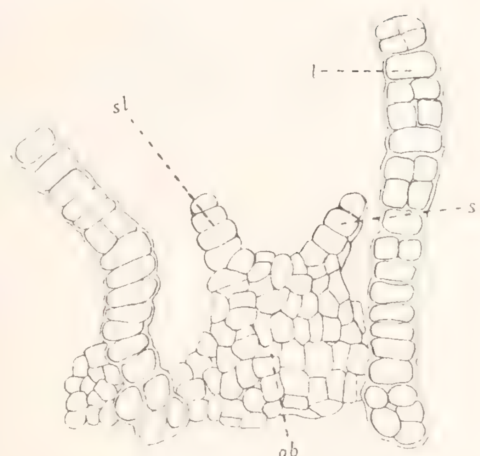


Fig. 37. *M. flabelliformis.* Querschnitt durch das Netzwerk, die primären Lamellen (*l*), die Querbänder (*qb*) und zwei von da aus sich entwickelnde sekundäre Lamellen (*sl*) zeigend ($\frac{140}{1}$).

Die primären Lamellen bei *M. flabelliformis* weisen nichts speziell Abweichendes von den anderen Arten auf. Die Querbänder sind dagegen im Gegensatz zu dem, was bei allen anderen Arten der Fall ist, im Querschnitt langgestreckt (s. Fig. 35), nur aus 2 Zellschichten der Höhe nach bestehend, dagegen aus 8—10 der Breite nach bei jungen Querbändern. Sehr bald nehmen sie noch mehr in der Breite zu und bilden richtige, kleine, flache Scheiben oder Querlamellen zwischen den longitudinalen Lamellen (s. Fig. 36, *qb*). Ziemlich charakteristisch für *M. flabelliformis* ist es auch, dass derartige Querbänder auch innen an den Lamellen (s. Fig. 36 oben!) ausgebildet werden und nicht nur an den Rändern wie bei den anderen Arten. Bald bilden sich dann auch Vorsprünge von diesen Querbändern aus (s. Fig. 36, *sl* und Fig. 37, *sl*). Diese Vorsprünge teilen sich in solcher Richtung, dass sie auch Lamellenform annehmen, d. h. sie werden zu Scheiben, die demnach parallel mit den ursprünglichen Längslamellen (*l*) zu stehen kommen. Fig. 38 zeigt das Bild einer derartigen jungen, zipfligen Lamellenanlage (*sl*) im Wachstum. Sehr bald wächst sie so weit an, dass eine Verbindung mit den gegenüber liegenden Querbändern zustandekommt (s. Fig. 39, *sl*), und eine sekundäre Lamelle ist auf diese Weise zwischen den beiden alten eingefügt. Die Verbindung mit diesen wird vielleicht noch weiter durch neue Bänder verstärkt u. s. w. Soweit ich durch Untersuchung meines leider äusserst dürftigen Materials habe finden können, sind diese solcherweise zwischen die älteren Lamellen eingekeilten neuen Anlagen sehr dünn, sowie schwach und unregelmässig entwickelt. Sie werden wohl niemals so regelmässig entwickelte Lamellen wie die primären, sie tragen aber unzweifelhaft in hohem Grade zur Vergrösserung und Erweiterung des ganzen Netzwerks in der Breite bei.

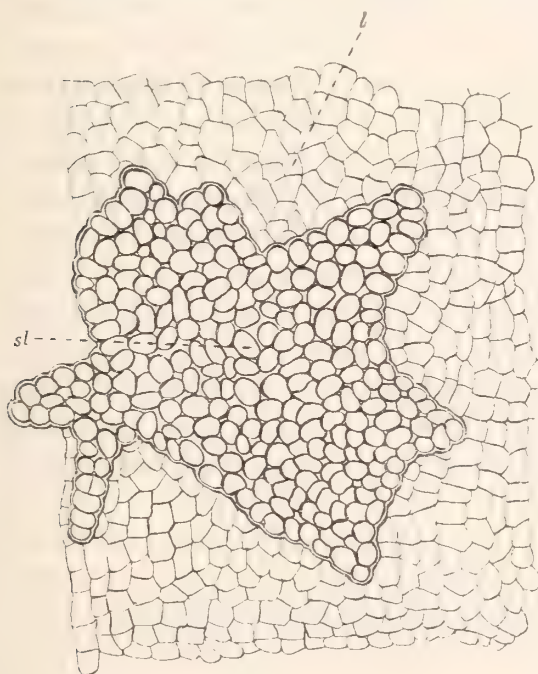


Fig. 38. *M. flabelliformis.* Teil einer primären Lamelle (*l*) nebst einer sekundären Lamelle (*sl*), letztere dunkler gezeichnet ($\frac{140}{1}$).

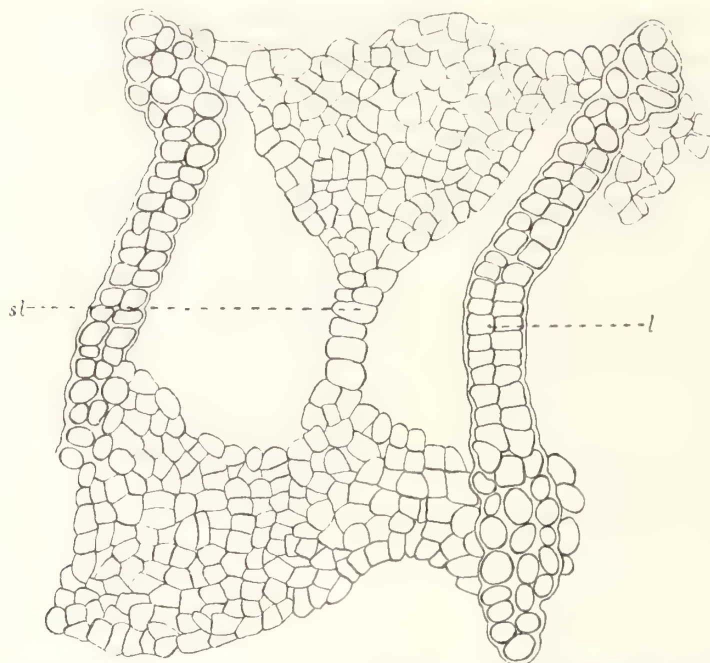


Fig. 39. *M. flabelliformis.* Querschnitt durch das ausgewachsene Netzwerk, die primären Lamellen (*l*) und eine sekundäre Lamelle (*sl*) zeigend ($\frac{140}{1}$).

Durch dieses Wachstum in die Breite wird natürlich in höchstem Grade zunächst die Fächerform begünstigt, und diese für *M. flabelliformis* so äusserst charakteristische Form erhält auch durch diese Wachstumsweise ihre natürliche Erklärung.

Zu dem *M. flabelliformis*-Typus gehört mit grösster Wahrscheinlichkeit auch *M. speciosa* ZAN., eine Pflanze, die bisher jedoch noch nicht genügend untersucht und beschrieben worden ist. Ich hade die ZANARDINI'schen Originalexemplare nicht gesehen, und etwaige Abbildungen dieser Pflanse sind nicht veröffentlicht worden.

3. Vergleich zwischen den verschiedenen Typen des vegetativen Aufbaus.

Bei einer vergleichenden Prüfung des vegetativen Baues bei den verschiedenen *Martensia*-Arten finden wir demnach, dass, trotzdem derselbe Aufbautypus im grossen und ganzen durch alle Arten hindurchgeht, man doch mehrere, ziemlich verschiedene Varianten desselben unterscheiden kann.

Abgesehen von der Verschiedenheit in der Entwicklung der basalen Anheftungskörper repräsentiert nämlich *M. flabelliformis* doch auch sonst noch einen ganz eigenartigen Organisationstypus, dadurch gekennzeichnet, dass die Einheitlichkeit des Netzwerkes niemals aufgegeben wird, d. h. also dass nur ein Netzwerk gebildet wird, und dass dieses vorzugsweise in die Breite wächst, indem neue Lamellen sich zwischen die alten einschieben. Das Ergebnis ist die Fächerform. Neue Netzwerke aus dem Rande bilden sich niemals heraus. Dagegen deuten alle Anzeichen darauf hin, dass der Basalkörper, der stielförmige Fuss, ziemlich langlebig ist und nach dem Abwerfen der alten Sprosse mit ihren Netzwerken neue ausbilden kann (siehe Fig. 6, S. 9).

In Gegensatz hierzu steht der *M. pavonia*-Typus, der sukzessiv neue Netzwerksysteme über einander ausbildet, wobei jedoch das Netzwerk sich nicht weiter in höherem Grade entwickelt, nachdem es einmal zur Ausbildung gekommen ist. Hat es seine endgiltige Höhe erreicht, so werden keine neuen Längslamellen oder neuen Querbänder eingelagert. Die Abwesenheit akzessorischer Querbänder ist auch für *M. pavonia* charakteristisch. Also relativ kurze Entwicklungsperiode für jedes

Netzwerksystem, aber sukzessiv neue Netzwerke über einander — das ist das Kennzeichen des *M. pavonia*-Typus, wie er ausser von *M. pavonia* auch von *M. denticulata* repräsentiert wird.

Zwischen diesen Extremen steht der *M. fragilis*-Typus. Jedes Netzwerk erlangt eine grössere Höhe als bei *M. pavonia*, und sekundäre Querbänder werden wohl gebildet, nie aber sekundäre Längslamellen! Neue Netzwerke werden in der Regel nicht gebildet, wenn es auch ausnahmsweise geschehen kann. Einige Anzeichen deuten dagegen darauf hin, dass, nachdem ein Netzwerksystem ausgelebt, seine Fortpflanzungskörper entlassen hat und abgestorben ist, aus dem lebenbleibenden, zusammenhängenden, blattähnlichen Basalteil am Rande ein neues Netzwerksystem hervorwachsen kann. D. h. hier bei *M. fragilis* würde demnach auch der basale Teil der blattähnlichen Partie des Thallus mehrere Vegetationsperioden hindurch nebst dem Anheftungsorgan, dem in vollentwickeltem Stadium unbedeutenden Fuss, weiter leben. Bei *M. flabelliformis* bleibt dagegen nur der Fuss am Leben, indem der ganze übrige Teil abgeworfen wird.

Wir sehen also, dass die kleine, wohlbegrenzte Algengattung *Martensia* mit ihren nur 7—8 Arten gleichwohl innerhalb des Rahmens eines im grossen nnd ganzen gleichen Aufbaues mehrere ziemlich distinkte Organisationstypen repräsentiert. Diese zeigen, auf wie verschiedenen Wegen die Organismen das gleiche Ziel erreichen können, hier im besonderen die Ausbildung der Netzwerksysteme. Der eine Typus bildet ein grosses, einheitliches Netzwerk aus mit langedauerndem Wachstum, der andere Typus bildet das eine Netzwerk auf dem anderen, alle aber mit kurzer Wachstumszeit, der dritte endlich nimmt eine mehr indifferente Mittelstellung ein, indem die Netzwerke zwar weiter wachsen, aber nicht in so hohem Grade und vor allem gar nicht in die Breite, und neue Netzsysteme in der Regel nicht gleichzeitig gebildet werden, sondern erst nachdem das alte abgestorben ist und an dessen Stelle. Alle Typen aber weisen in dieselbe Richtung: Vergrösserung und Neubildung des Netzwerkes.

Ob diese verschiedenen Organisationstypen in gewissem Grade als Anpassungserscheinungen aufgefasst und demnach mit der Ekologie der *Martensia*-Arten im übrigen in Zusammenhang gebracht werden können, muss bis auf weiteres dahingestellt bleiben. Selbst habe ich nur in der Natur *M. fragilis* auf Zeylon studiert, und ihr ganzer Entwicklungsgang, der weiterlebende mehrjährige Basalteil und die von ihm aus sich entwickelnden neuen Netzwerkgenerationen, alles zeigt ja grosse ekologische Ähnlichkeit mit so vielen anderen zeylonischen Litoralalgen, die eben diesen Entwicklungszyklus haben, worauf ich auch bereits in anderem Zusammenhang (SVEDELIUS, »Algenvegetation eines ceylonischen Korallenriffes mit besonderer Rücksicht auf ihre Periodizität», S. 191 ff.) hingewiesen habe.

II. Die Tetrasporen.

Die Tetrasporen bei der Gattung *Martensia* wurden von HERING-KRAUSS bereits beobachtet und abgebildet, als zum erstenmal *Martensia elegans* ausführlicher erwähnt und abgebildet wurde (in Flora 1844, Bd. II, Taf. II, Fig. 2 b). Weitere kleinere Angaben und Notizen über sie kommen dann bei HOOKER, J. G. AGARDH u. a. vor, eine ausführliche Untersuchung über ihr Vorkommen oder ihre Ausbildung ist jedoch bisher noch nicht erschienen. Wie bei der Untersuchung des vegetativen Baues ist es vorzugsweise *Martensia fragilis*, die dem Tetrasporenstudium zu Grunde gelegt worden ist, und die anderen Arten, die ich zu studieren Gelegenheit gehabt habe, haben nur zum Vergleich gedient.

1. Die Lokalisierung der Tetrasporangien.

Bei allen *Martensia*-Arten, von welchen her Tetrasporen bekannt sind, sind sie an besonderen Individuen beobachtet worden, die weder Cystokarpien noch Spermatangien trugen. Es dürfte demnach kein Zweifel obwalten, dass wir es hier mit besonderen tetrasporenerzeugenden Individuen zu tun haben, welche sexueller Fortpflanzungsorgane entbehren, wie auch andererseits die verschiedenen Geschlechtsorgane (Spermatangien und Karpogone) je für sich bei verschiedenen Arten von Individuen vorkommen. Wir haben demnach bei einer *Martensia* zu unterscheiden 1) neutrale, tetrasporentragende Individuen (Sporophyten?), sowie 2) männliche (mit Spermatangien) und 3) weibliche (mit Cystocarpien), die beiden letztgenannten Arten dann eventuell Gametophyten.

Ich habe bereits bei der Schilderung des vegetativen Baues darauf hingewiesen, dass die männlichen Individuen sich durch eine etwas andere Form von den Cystokarpienindividuen, die ich gesehen, unterschieden, indem sie im allgemeinen einen deutlich ausgebildeten stielähnlichen Fuss hatten. Im übrigen wurden sie nicht so gross, sondern blieben im Wachstum stehen, wie sie auch sonst ein mehr ephemeres Auftreten zeigten. Ob nun dies als allgemeine Regel zu betrachten ist, muss jedoch dahingestellt bleiben. Was die Tetrasporenindividuen betrifft, so scheinen sie, nach meinen Beobachtungen

zu urteilen, der Grösse und Form nach mit den Cystokarpienindividuen übereinzustimmen, denen sie an üppiger Entwicklung nicht nachzustehen brauchen. Andererseits habe ich auch von *M. fragilis* sehr kleine Individuen beobachtet, die dennoch völlig ausgebildete Tetrasporen trugen. Die tetrasporentragenden Individuen scheinen demnach ziemlich bedeutend an Grösse variieren zu können. Hinsichtlich der Ausbildung des Netzwerksystems habe ich keinen Unterschied von den übrigen Individuen (männlichen und weiblichen) finden können.

Wenn die Tetrasporenpflanzen einerseits nun wirklich Sporophyten und die Spermatangien- und Cystokarpienindividuen Gametophyten sind, so hätten diese also hier bei *Martensia* einen völlig gleichartigen Organisationstypus und Bau, ganz wie es der Fall bei anderen Meeresalgen, z. B. *Dictyota* ist, wo eben die diploiden und haploiden Generationen einander vollkommen gleich sind, und wo gleichfalls die letztgenannte Generation diözisch ist, sodass man also 3 Arten von Individuen unterscheiden kann. Dies alles natürlich unter der Voraussetzung, dass der Generationswechsel bei *Martensia* wirklich in der angenommenen Weise verläuft, so nämlich, dass eine Chromosomenreduktion bei der Tetrasporenbildung eintritt, was ich wegen der für eine derartige Untersuchung nicht befriedigenden Fixierung meines Materials nicht habe konstatieren können, was aber aus anderen unten anzuführenden Gründen doch wahrscheinlich ist.

Hinsichtlich des Ortes für die Bildung der Tetrasporen findet bei der Gattung *Martensia* ein höchst bemerkenswertes Verhältnis statt — soweit mir bekannt, bisher nur bei der Delesseriaceen-Gattung *Delesseria* beobachtet — dass nämlich Tetrasporen an mehreren verschiedenen Orten gebildet werden können, t e i l s auf den Längslamellen des Netzwerkes, was der bei allen Arten gewöhnlichst beobachtete Fall ist, t e i l s aber auch auf dem zusammenhängenden, nicht netzförmig durchbrochenen basalen Teil.

Dass bei Florideen und nicht zum wenigsten bei Delesseriaceen die Tetrasporenbildung streng lokalisiert ist, ist ja nichts Ungewöhnliches. Besondere blattförmige Triebe, wie auch sog. Stichidien, werden dann ja der Sitz der Tetrasporangien, und diese treten oft auch streng an gewisse Zeiten gebunden auf, wie z. B. die Stichidien bei *Delesseria sanguinea*, die sich an den Küsten Skandinaviens nur während der Wintermonate entwickeln. Ist aber die Tetrasporenbildung in derartige Stichidien verlegt, so werden auch im allgemeinen Tetrasporen an keiner anderen Stelle als eben hier gebildet. Dass, wie ich andeutete, auch bei *Delesseria*-Arten diese Lokalisierung jedoch nicht immer so streng fixiert zu sein braucht, hat PHILLIPS nachgewiesen, welcher erwähnt, dass bei *D. alata* (»The Development of the Cystocarp in Rhodymeniales»: II, S. 184) nicht nur Tetrasporangien, sondern auch Cystokarpien, vorzugsweise allerdings an besonderen Adventivtrieben, entstehen, ausserdem aber auch, obwohl seltener, auf den äussersten Gabelsegmenten des normalen Sprosses gebildet werden können.

Nun kann ja das Netzwerk bei *Martensia* mit Recht als den Stichidien der anderen *Delesseria*-Gattungen analog betrachtet werden — es ist auch a u s s c h l i e s s l i c h hier, wo die Spermatangien und Cystokarpien gebildet werden — a b e r, und das ist eben das Bemerkenswerte, n i c h t n u r a u f d e n L a m e l l e n d e s N e t z w e r k s k o m m e n T e t r a s p o r a n g i e n s o r i z u r A u s b i l d u n g, s o n d e r n m a n t r i f f t m a n c h m a l d e r a r t i g e S o r i n o r m a l e r w e i s e a u c h a u f d e m b a s a l e n z u s a m m e n h ä n g e n d e n

Teil an. Es ist dies ein Verhältnis, das bereits von HERING-KRAUSS beobachtet worden ist, als sie die *Martensia*-Gattung zum ersten Male genauer beschrieben (Flora, a. a. O., S. 3), obgleich es von ihen damals nur als eine Art Korrelationserscheinung aufgefasst wurde, dadurch hervorgerufen, dass das Netzwerk abgerissen worden war. KRAUSS sagt nämlich: »An einzelnen Lappen einiger Exemplare fand sich dieses Netz abgerissen, wahrscheinlich durch Mollusken abgefressen, und es scheint, dass sie ausser Stande waren, diesen Verlust zu ersetzen; statt dessen aber haben sie durch Metastase zahlreiche Tetrasporen in dem unteren, gleichförmigen Laube entwickelt, wo sie an dem unverletzten Lappen immer fehlen.» Die Richtigkeit dieser Erklärung wollen wir dahingestellt sein lassen. Wahrscheinlich waren wohl nicht die Mollusken für den Verlust des Netzwerks verantwortlich, sondern es handelte sich hier wohl eher um ein Stadium in dem normalen Leben der Pflanze; ich habe nämlich begründeten Anlass, anzunehmen, dass, wie ich bereits oben erwähnt habe, die Netzwerke regelmässig abgeworfen werden, während die Basalteile weiter leben. Ebensowenig kann auch die Abwesenheit des Netzwerkes als Ursache für das Auftreten der Tetrasporangien an dem Basalteil angenommen werden. Es finden sich reichlich Fälle, in denen ich auf *Martensia*-Arten Tetrasporen in Menge an dem zusammenhängenden Basalteil gesehen habe, während gleichzeitig ein vollständiges und normal ausgebildetes Netzwerk gleichfalls dicht mit Tetrasporen besetzt war. Ist demnach KRAUSS' Erklärung des Phänomens nicht vollständig richtig, so stimmt dagegen die Beobachtung durchaus mit der Wirklichkeit überein. In demselben Jahre, als HERING-KRAUSS' Arbeit über *Martensia* im Druck herauskam, veröffentlichte auch W. J. HOOKER in »Icones plantarum», Bd. 7 (Taf. 697) ein Bild von *Martensia elegans*, wobei auch eine Abbildung von einem Tetrasporangiensorus auf dem zusammenhängenden, nicht netzförmig durchbrochenen Teil geliefert wird. Weitere Angaben— über die von HERING-KRAUSS gegebenen hinaus — bezüglich der verschiedenen Arten von Sporangiensori bei *Martensia* finden sich in der Litteratur nicht. *Martensia elegans* war bisher die einzige Art, von der mit Bestimmtheit angegeben wird, dass sie Sori an verschiedenen Teilen der Pflanze besitzt. Es sind wahrscheinlich nur die Beobachtungen an dieser Pflanze, auf die sich die Angaben hierüber bei J. G. AGARDH, DE TONI u. s. w. stützen.



Fig. 40. *M. australis* mit Tetrasporangien sowohl auf dem Netzwerk als auf dem zusammenhängenden Basalteil ($\frac{2}{1}$).

Nun habe ich indessen bei meinen Herbarienstudien über *Martensia* ein paar weitere *Martensia*-Arten gefunden, die in schöner Weise Tetrasporenbildung gleichzeitig an Netzwerken wie an dem zusammenhängenden Basalteil zeigen. Das ist z. B. der Fall bei *M. australis*, die sich in Fig. 40 abgebildet findet. Das Exemplar stammt aus dem Exsiccatwerk OKAMURA'S »Algae Japonicae exsiccatae» (Nr. 17), und das Bild zeigt das Netzwerk und den oberen Teil der zusammenhängenden, nicht durchbrochenen Partie in doppelter Vergrösserung. Die Lamellen des Netzwerks sind reich tetrasporentragend, was trotz der Vergrösserung im allgemeinen nicht so gut auf der Photographie hervortritt, ausser möglicherweise ganz oben in der rechten Ecke des Netzwerks. Man kann dort möglicherweise auch sehen, dass Tetrasporen sich an dem Aussenkamm selbst gebildet haben, wo einige kleine, dunkle Punkte Sori angeben. Sehr deutlich dagegen treten die Sori hervor, die an dem zusammenhängenden Basalteil zur Ausbildung gekommen sind. Diese erscheinen als Gruppen von grösseren und kleineren schwarzen, distinkten Punkten. Die Sori sind am dichtesten und die Tetrasporen am grössten oben nach dem Netzwerk zu. Bemerkenswert ist jedoch, dass eine ziemlich breite Zone des zusammenhängenden Basalteiles unmittelbar unterhalb des Netzwerkes völlig tetrasporenfrei ist.

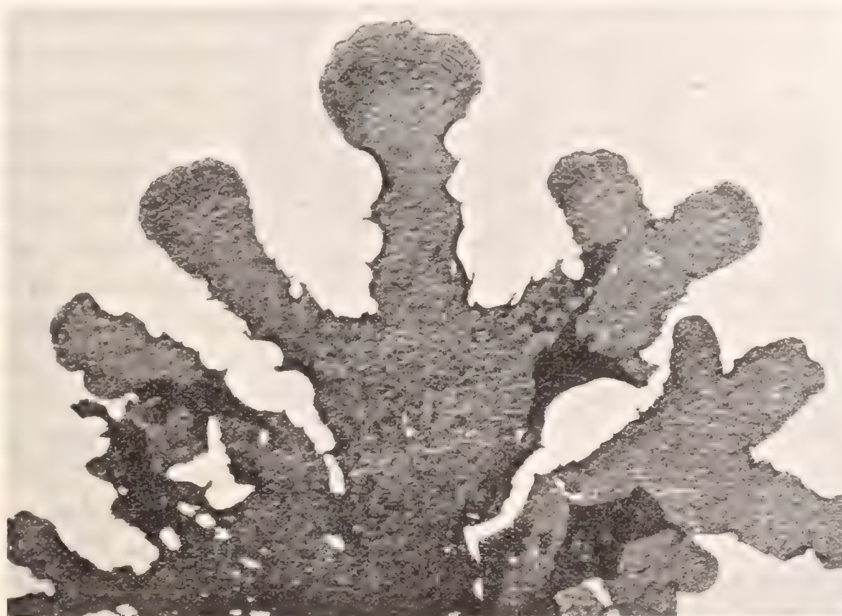


Fig. 41. *M. denticulata* mit Tetrasporangien sowohl auf den Netzwerken als auf dem zusammenhängenden Basalteil ($\frac{2}{1}$).

Auch an *M. denticulata* (Fig. 41) kann man Tetrasporenbildung gleichfalls an dem netzförmig durchbrochenen Teil beobachten, der ja bei dieser Art eine grössere Entwicklungshöhe erreicht als bei allen anderen *Martensia*-Arten (vergl. S. 11). Die Sori sind ziemlich gross, unregelmässig auf den gröberen Thalluslappen zerstreut.

Diese eben erwähnten Arten (*M. elegans, australis* und *denticulata*) sind die einzigen bisher beobachteten Arten mit Tetrasporenbildung sowohl am Basalteil als an dem netzförmig durchbrochenen Teil.

Bemerkenswert ist, dass es mir bei *M. fragilis*, von welcher Art ich doch das unvergleichlich reichhaltigste Untersuchungsmaterial zur Verfügung gehabt habe, trotz Suchens niemals gelungen ist, Tetrasporen anderwärts als an den Lamellen des Netzwerks zu sehen. Es hat demnach den Anschein, als wenn diese Eigenschaft, Tetrasporen sowohl am Netzwerk als am Basalteil auszubilden, nicht in gleichhohem Grade allen *Martensia*-Arten zukäme.

Dem mag nun sein wie ihm wolle, sicher ist, dass eine derartige doppelte Lokalisierung der Tetrasporenbildung bei vielen *Martensia*-Arten etwas völlig Normales ist. Es scheint das mir ein an und für sich höchst interessantes Phänomen zu sein, denn es findet sich, soviel ich weiss — mit Ausnahme der oben angeführten *Delesseria*-Arten — bei anderen Florideen nichts, was ihm entspräche. Es hat aber auch sein ganz besonderes Interesse, insofern es auf die Verwandtschaftsverhältnisse innerhalb der Gruppe *Nitophylleae* Licht wirft. Man hat ja oft darauf hingewiesen, dass die Organisation und besonders der vegetative Bau der Gattung *Martensia* sich von den Verhältnissen bei *Nitophyllum* nur durch Entstehung des eigentümlichen Netzwerks unterscheidet. Eine *Martensia*-Pflanze, die so jung ist, dass eine Netzwerkbildung noch nicht begonnen hat, gleicht ja einem *Nitophyllum* völlig, wie ja auch während der ganzen späteren Zeit der basale, zusammenhängende Teil von *Martensia* hinsichtlich der zellularen Struktur vollständig *Nitophyllum*-Natur aufweist. Nun kommen bei dieser Gattung die Tetrasporangien in Sori vor, die ungefähr gleichartig mit denen sind, die bei *Martensia* an dem basalen Teil gebildet werden, möglicherweise nur etwas schärfer begrenzt. Wollte man die Annahme wagen, dass *Martensia* von einer *Nitophyllum*-ähnlichen Alge als Urform herstammt, so würde demnach diese Annahme eine weitere Stütze durch diese doppelte Lokalisierung der Tetrasporangien bei einigen *Martensia*-Arten erhalten. Die Tetrasporangiensori an der basalen Partie wären dann nämlich als eine Art atavistischer Erscheinung zu betrachten, als ein Überbleibsel aus dem *Nitophyllum*-Stadium. Dem sei nun wie ihm wolle, bemerkenswert ist jedenfalls, dass die höhere Differenzierung hinsichtlich der Lokalisierung der Tetrasporangien bei *Martensia* noch nicht bei allen Arten der Gattung gleichmässig fixiert zu sein scheint. *Martensia* und *Delesseria* nehmen beide innerhalb der Delesseriaceen-Familie in dieser Hinsicht eine bemerkenswerte Sonderstellung ein. Aus dem oben Angeführten dürfte hervorgehen, dass die Bildung der Tetrasporen am Netzwerk als normal anzusehen ist, die Bildung an dem Basalteil dagegen mehr als eine Ausnahme.

In dem Netzwerk sind es ausschliesslich die longitudinalen Lamellen, die den Sitz der Tetrasporenbildung abgeben. Dies zu erwähnen, könnte ja durchaus überflüssig erscheinen, da ja, wie aus meiner vorhergehenden Darstellung des vegetativen Baues hervorgeht, nur diese wirkliche Lamellen sind, wo demnach Sporenbildung stattfinden kann, während die Querbänder nur mehr oder weniger dünne Zellstränge sind, welche die Lamellen verbinden. Da aber diese grundwesentliche Verschiedenheit wohl kaum denen klar vor Augen gestanden hat, die sich bisher eingehender mit dieser Gattung befasst haben, und jedenfalls nicht J. G. Agardh, der sie sogar mit demselben Namen, »trabeculae», bezeichnet, so dürfte ein Hinweis darauf keinesfalls unangebracht sein.

Sind es demnach unter allen Umständen nur die Lamellen, an denen man die Sporen findet, so sieht es doch aus, als wenn auch unter diesen bei einer oder der anderen Art eine Arbeitsverteilung einträte. Was mich zu dieser Vermutung veranlasst, ist eine Beobachtung an der in Fig. 42 abgebildeten *Martensia*. Dieses Bild zeigt einen Teil von einem Netzwerk einer *Martensia*, die von Frau Weber v. Bosse auf der Siboga-Expedition am Moearas-Riff eingesammelt und wahrscheinlich mit Zanardini's *Martensia speciosa*, einer ziemlich unvollständig beschriebenen und bekannten Art, identisch

ist. Den Beschreibungen nach steht diese Art hinsichtlich der vegetativen Organisation *M. flabelliformis* am nächsten, wenn sie auch im übrigen grosse Ähnlichkeit mit *M. australis* aufweist. Eine auffallende Übereinstimmung im Bau des Netzwerks zwischen dieser abgebildeten Art und *M. flabelliformis* besteht darin, dass durch sekundäre Längslamellen das Netzwerk der Hauptsache nach in die Breite wächst. Ich habe bereits oben bei dem Bericht über die Organisation von *M. flabelliformis* dieses Verhältnis geschildert und abgebildet. Das Resultat ist das, dass die primären Lamellen auf einem mehr vorgeschrittenen Stadium durch zahlreiche, sekundär entstandene, kleine Lamellen voneinander getrennt werden, welch letztere ein ganzes kleines Lamellensystem für sich zwischen den primären bilden. Dies sieht man nun ziemlich deutlich in Fig. 42, wo die besonders im oberen Teil bedeutend gröberen primären Lamellen schärfer hervortreten als die dünneren, bedeutend unregelmässigeren, sekundären Lamellen. Im allgemeinen bietet es keine Schwierigkeit, diese Primärlamellen von der Basis an bis zur Peripherie zu verfolgen. Nun ist es höchst bemerkenswert, dass, wie vielleicht auf dem Bild zu sehen ist, die Tetrasporen so gut wie ausschliesslich an den sekundären Lamellen gebildet werden, dagegen überhaupt nicht an den primären. Dies ist jedenfalls an dem in Fig. 42 abgebildeten Exemplar der Fall. Das übrige Material von dieser Pflanze war entweder steril, oder auch war es so fest auf das Papier aufgepresst, dass es schwer war, mit Sicherheit zu entscheiden, wie es sich in dieser Beziehung verhielt. Es sieht indessen aus, als wenn bei diesem Organisationstypus mit den sekundären Lamellen (dem *M. flabelliformis*-Typus) auch eine Arbeitsverteilung zwischen diesen eingetreten wäre, sodass die Tetrasporenbildung nach den kleinen sekundären Lamellen verlegt wurde.



Fig. 42. *M. speciosa* (?). Zwischen den ursprünglichen, Dunkler hervostretenden Lamellen sind kleinere, sekundäre ausgebildet worden, wo die Tetrasporen entstehen. Vgl. den Text! ($\frac{8}{1}$).

Wie sich nun wirklich *M. flabelliformis* selbst in dieser Beziehung verhält, bleibt noch zu untersuchen. Das mir zugängliche Material von dieser Pflanze hat keine Aufschlüsse hierüber geliefert, da ich sie nie fertil mit Tetrasporen gesehen habe. Es ist meines Erachtens durchaus nicht unwahrscheinlich, dass sie eben auch wegen des übereinstimmenden Baues sich in derselben Weise verhält, und es wäre möglicherweise auch nicht allzu gewagt, die Vermutung auszusprechen, dass diese Lokalisierung der Tetra-

sporen mit dem Abwerfen des Netzwerkes nach der Tetrasporenbildung in Zusammenhang steht. *M. flabelliformis* mit ihrem grossen, ungelappten, in die Breite wachsenden Netzwerk macht den Eindruck, ziemlich langlebig zu sein und viele Vegetationsperioden durchlaufen zu können. Da man nun weiss, dass andere *Martensia*-Arten, wie *M. fragilis*, nach abgeschlossener Tetrasporenbildung ihr ganzes Netzwerk abwerfen, das nun durch ein neues aus derselben Basalscheibe ersetzt werden kann, und dieses eben nicht bei *M. flabelliformis* zu geschehen scheint, so muss diese sich wohl auf eine andere Weise der Lamellen entledigen, die bei der Tetrasporenbildung verbraucht worden sind, wobei die ganze Lamelle natürlich zerfetzt wird. Wäre nun eine Arbeitsverteilung bezüglich der Tetrasporenbildung bei dieser und nahestehenden Arten in der Weise vorhanden, dass gewisse Lamellen, d. h. die primären, von der Tetrasporenbildung unberührt bleiben, so würde dadurch das hohe Alter eines und desselben Netzwerks bei ihnen ihre natürliche Erklärung erhalten. Sie brauchten nicht in ihrer Gesamtheit nach jeder Tetrasporenbildung zerstört zu werden, denn die primären Lamellen würden ja unberührt fortleben, nur die kleinen, sekundären würden bei dieser Tetrasporenbildung verbraucht und bald wieder durch neue sekundäre Lamellen ersetzt werden u. s. w. Es ist dies zwar bis auf weiteres nichts als eine Hypothese, aber die Beobachtungen an Fig. 42 sprechen ganz unzweideutig dafür. Künftige Forschungen an einem besseren und reicheren Material werden wohl klarstellen, wie es sich hiermit in Wirklichkeit verhält.

2. Die histologische Entwicklung der Tetrasporangien.

Nur von *Martensia fragilis* habe ich Material zur Verfügung gehabt, um die histologische Entwicklung der Tetrasporangien zu studieren. Alle Beobachtungen hierüber, wie sie in diesem Kapitel mitgeteilt werden, beziehen sich also auf diese Art.

Nachdem das Netzwerk — d. h. die Lamellen und ihre Querbänder — in der im vorigen Kapitel bereits beschriebenen Weise zur Ausbildung gekommen ist, werden die Tetrasporangien als ursprünglich voneinander isolierte, d. h. nicht direkt aneinander grenzende Zellen angelegt. Diese Tetrasporangienanlagen entstehen jedoch in der Nähe voneinander und bilden mehr oder weniger scharf begrenzte Sori, die sehr bald eine deutliche Tendenz zeigen, miteinander zusammenzufliessen, sodass schliesslich die Lamelle ihrer ganzen Länge nach von einem fast zusammenhängenden Tetrasporangiensorus bedeckt ist. Fig. 43 zeigt ein schematisches Bild von einer tetrasporentragenden Lamelle von *M. fragilis*, wo die punktierten runden Körper die Tetrasporen selbst bezeichnen und die dunklere, unregelmässige Linie, die mehrere Tetrasporen umschliesst, die Grenze des Sorus angiebt. Die Umwandlung einer Lamelle zum Tetrasporangiensorus vollzieht sich bei *M. fragilis* in einer bestimmt verschiedenen Weise gegenüber der zu einem Spermatangiensorus. Im letzteren Falle tritt, wie im folgenden gezeigt werden wird, bei *M. fragilis* — nicht aber dagegen bei *M. pavonia* oder *M. elegans* — die Ausbildung von Spermatangien über die ganze Lamellenfläche gleichzeitig ein, Bei *M. pavonia* und *M. elegans* werden dagegen mehrere ursprünglich isolierte Sper-

matangiensori angelegt, die erst allmählich zu einem einzigen zusammenfliessen, ganz wie die Tetrasporangiensori bei *M. fragilis*.

Nach diesem Bericht über die Ausbreitung und Lokalisierung der Tetrasporangiensori auf den Lamellen gehe ich zur Darstellung der zellularen Entwicklung des einzelnen Tetrasporangiums über.

Schon frühzeitig, während noch die Lamellen aus einer oder zwei Zellschichten bestehen, tritt die künftige Sporangiumanlage durch ihren reicheren plasmatischen Inhalt und ihre beim Färben schärfer hervortretenden Zellkerne hervor (s. Taf. II, Fig. 6--10). Die allererste Entwicklung ist zunächst vielleicht am besten an Querschnitten zu studieren. Fig. 9 auf Taf. II zeigt einen solchen von einer Lamelle von *M. fragilis*. Die Lamelle ist zwei- bis dreischichtig. Die Tetrasporangiumanlage ist deutlich an ihrem reicheren plasmatischen Inhalt und ihrer grösseren Anzahl von stärker gefärbten Kernen zu erkennen. Das Plasma, das zunächst gleichförmiger verteilt ist (Fig. 9 Taf. II), wandert bald einwärts und häuft sich vorzugsweise längs der inneren Wand an (s. Fig. 10, Taf. II, rechts!). Sehr bald wird nach aussen hin eine neue Zelle abgeteilt (s. Fig. 10, Taf. II, links!), und die Tetrasporangiumanlage ist nun auf allen Seiten von Zellen eingeschlossen und begrenzt, die bedeutend inhaltsärmer und farbloser sind als das Tetrasporangium selbst. Ein Bild von derselben Tetrasporangiumanlage, von der Oberfläche aus gesehen, bieten Fig. 6, 7, Taf. II. Erstgenanntes Bild (Fig.6) entspricht Fig. 9, d. h. die Sporangiumanlage ist noch eine Flächenzelle und hebt sich von den übrigen eben durch ihre Kerne und ihr Plasma deutlich ab.

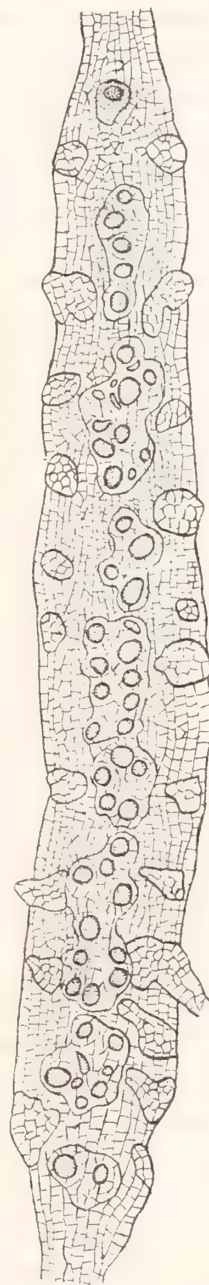


Fig. 43. *M. fragilis.* Lamelle mit Tetrasporangiensori ($\frac{5}{1}^{0}$).

Hier tritt auch eine andere Verschiedenheit zwischen der Tetrasporangiumanlage und den angrenzenden Zellen hervor, indem erstere in den Teilungen gleichsam zurückbleibt. Die Zellen um sie herum vermehren sich interkalar durch wiederholte Zweiteilung in der für die *Nitophyllum*-Gruppe charakteristischen und im vorigen Kapitel beschriebenen Weise, während dagegen die Tetrasporangiumanlage hinsichtlich der Teilungen zurückbleibt (s. Fig .6, 7, Taf. II). Es geht dies deutlich aus Fig. 6 wie auch möglicherweise aus Fig. 9, Taf. II hervor, wo die Tetrasporangiumanlage durch ihre Grösse sich deutlich als den Nachbarzellen entsprechend erweist, welch letztere bereits wenigstens eine Zweiteilung erfahren haben. Bleibt die Tetrasporangiumanlage demnach in den Zweiteilungen selbst zurück, so scheint dies jedoch anderseits nicht für den Kernteilungsverlauf zu gelten.

Auf dem Stadium, das in Fig. 6, Taf. II, zu sehen ist, beträgt die Anzahl der Kerne in der Zelle, aus welcher die Tetrasporangiumanlage hervorgeht, ungefähr 25—30. Die exakte Anzahl ist natürlich schwer festzustellen, da ja die Zelle ziemlich hoch ist und die Kerne längs den Seitenwänden liegen, sodass sie teilweise einander verdecken und

bei verschiedenen Einstellungen des Mikroskops leicht miteinander zusammenfliessen. Ungefähr zu diesem Zeitpunkt oder eher noch etwas früher sind in dieser Anlage die oben geschilderten Zellteilungen (s. Fig. 10, Taf. II) in der Ebene der Lamelle eingetreten, sodass die Tetrasporangiumanlage, nachdem sie vorher Flächenzelle gewesen, nunmehr eingesenkt ist. Die Nachbarzellen zeigen eine bedeutend geringere Anzahl von Zellkernen (ungefähr 5—10), was zum Teil leicht erklärlich ist, da die Zellbildung bei diesen Pflanzen ganz unabhängig von den Zellteilungen in der Weise vor sich geht, dass die neue Wand gleichsam den Inhalt in zwei Portionen zerschneidet, deren jede demnach ungefähr die Hälfte der Kerne der Mutterzelle in sich schliesst. Diese Unabhängigkeit der Teilung der vielkernigen Zellen von der eigenen Teilung der Kerne selbst ist bereits von SCHMITZ beobachtet und erwähnt worden (Sitzungsberichte der Niederrheinischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde zu Bonn, Sitzung vom 7. Juni 1880, S. 6). Das Übergewicht der Tetrasporangiumanlage bezüglich der Kernanzahl im Vergleich mit den Nachbarzellen erhält demnach, wenigstens teilweise, seine Erklärung dadurch, dass sie als Zelle nicht e i n e r, sondern m e h r e r e n Nachbarzellen gleichwertig ist. Ausserdem ist dieses Übergewicht natürlich einer wesentlich vermehrten Kernteilung in der Tetrasporangiumanlage, verglichen mit der Kernteilung in den Nachbarzellen, zuzuschreiben. Ist nun die Tetrasporenmutterzelle angelegt und nach beiden Richtungen hin begrenzt, so wächst sie bedeutend an Grösse an, wie es scheint, auf Kosten der Nachbarzellen — wenigstens was den Raum anbelangt. Fig. 7 und 8, Taf. II, zeigen Bilder von diesem Stadium. Die überdeckende Zellschicht ist in der Zeichnung nicht wiedergegeben worden. Man kann sehen, wie die angrenzenden Zellen Anzeichen sozusagen einer Schrumpfung aufweisen; der Zellinhalt ist dünn, sogut wie verschwunden, und die Kerne klein und unbedeutend. Nur die Wände selbst sind dick, die Kollodesubstanz angeschwollen und stark lichtbrechend. Bemerkenswert ist das Verhalten der Poren. Ich habe oben bereits darauf hingewiesen, dass es im allgemeinen ein für die Zellen im *Martensia*-Gewebe charakteristischer Zug ist, dass sekundäre Poren in sehr grossem Umfange zur Entwicklung kommen (s. Fig. 8—10, Taf. I). Die Tetrasporenmutterzelle kommuniziert dagegen nur mit e i n e r angrenzenden Zelle durch e i n e Pore (s. Fig. 6, 7 und 8, Taf. II). Ich habe vielmals danach gesucht, ob nicht weitere Poren zu entdecken wären, aber vergebens; immer war nur eine einzige wahrzunehmen.

Diese Pore ist wohl die primäre, die einmal zwischen der Tetrasporenmutterzelle und ihrer Schwesterzelle gebildet wurde, welch letztere sich dann später weiter geteilt hat, sodass nicht mehr eine Verbindung zwischen der Tetrasporenmutterzelle und der g a n z e n Schwesterzelle, sondern nur e i n e r ihrer Tochterzellen existiert (s. Fig, 6, Taf. II). Es schreitet nun das Wachstum der Tetrasporenmutterzellen schneller fort als das der Nachbarzellen, und aus mehreren solchen Tetrasporenmutterzellen bildet sich ein ziemlich wohlbegrenzter Sorus. Die Tetrasporenmutterzellen selbst grenzen natürlich nicht direkt an die Oberfläche, sondern werden auf beiden Seiten von sie überdeckenden Flächenzellen umgeben, was ja deutlich in Fig. 44 zu sehen ist, die eine tetrasporentragende Lamelle im Querschnitt zeigt.

Aus diesem Bilde geht hervor, dass in jeder Lamelle eigentlich nur eine Schicht

von Tetrasporenmutterzellen ausgebildet wird. Einige Anlagen, die zurückgeblieben und nie zur Tetrasporenbildung gekommen sind, scheinen vielleicht dieser Behauptung zu widersprechen, die wirklich sich teilenden Tetrasporenmutterzellen liegen jedoch immer nur in einer Schicht.

Die Tetrasporenbildung in den Lamellen von *Martensia* scheint im grossen und ganzen genau so zu verlaufen, wie die Tetrasporenbildung bei *Nitophyllum punctatum* nach Nägeli (»Die neueren Algensysteme». S. 210, 211 und Taf. VII, Fig. 2—4), wo die ursprünglich einschichtige Thallusscheibe bei Tetrasporenbildung zuerst mehrschichtig wird und dann aus einer inneren Zellschicht die Tetrasporenmutterzellen nur in einer Reihe ausbildet. Die eingesenkten Tetrasporen werden demnach auf beiden Seiten von sterilen Oberflächenzellen bedeckt, ganz wie bei *Martensia*. Das allgemeine Zellteilungsschema bei der Tetrasporenbildung ist demnach bei diesen beiden Gattungen genau das gleiche. Bei anderen Delesseriaceen liegen dagegen die Dinge in dieser Beziehung anders. So geht z. B. aus Kützing's Figur von *Delesseria sanguinea* in »Phycologia generalis» (Taf. 67, Fig. 4) hervor, dass bei dieser Art regelmässig zwei Schichten von Tetrasporangien gebildet werden, die durch eine zwischenliegende Gewebspartie voneinander getrennt sind. Dasselbe scheint auch nach J. G. Agardh (s. »Florideernes Morphologie», Taf. XXVII, Fig. 3) bei *Nitophyllum litteratum* der Fall zu sein. Andererseits gibt es ja auch Delesseriaceen, wo die Tetrasporenmutterzellen reine Oberflächenzellen sind, wie das bei *Caloglossa* nach Cramer's Untersuchungen (»Über Caloglossa Leprieurii», S. 6) der Fall ist, wo es heisst: »Die Tetrasporen von *Caloglossa Leprieurii* entstehen in Mutterzellen, welche metamorphosierte Flächenzellen sind.»

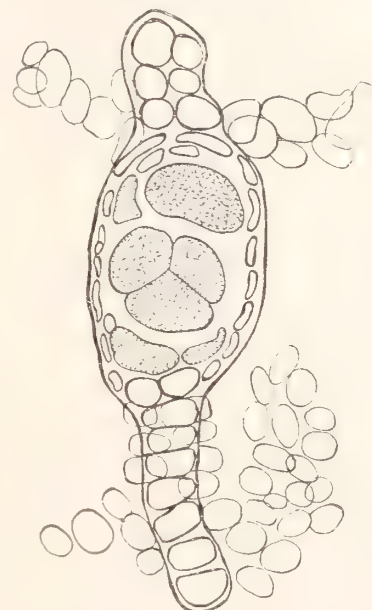


Fig. 11. *M. fragilis.* Lamelle mit Tetrasporangiensorus in Querschnitt ($\frac{240}{1}$).

Nachdem so auf diese Weise die Tetrasporenmutterzellen selbst definitiv angelegt worden sind, geht ihr Wachstum deutlich auf Kosten der Nachbarzellen fort. Schon auf dem Stadium in Taf. II, Fig. 7 beginnt dies bemerkbar zu werden, noch deutlicher aber ist es in Taf. II, Fig. 8. Die einzelnen Tetrasporenmutterzellen, ursprünglich mit Zwischenräumen von vielleicht mehreren Zellen zwischeneinander angelegt (vergl. Taf. II, Fig. 7), grenzen nun fast unmittelbar aneinander, nur durch die schmalen, zusammengeklemmten oder besser vielleicht ausgedehnten Reste der zwischenliegenden Zellen voneinander getrennt, welche letztere sich durch dünnen, plasmatischen Inhalt, dagegen aber stark angeschwollene Wände auszeichnen.

Über die Veränderung im Innern der Zelle unmittelbar vor und während der Sporenbildung selbst werde ich im nächsten Kapitel berichten. Ich konstatiere hier nur, dass durch Tetraederteilung (»divisio triangularis», J. G. Agardh) aus jeder Mutterzelle vier Sporen gebildet werden (s. Fig. 8, Taf. II und Fig. 44).

Bei der starken Dickenzunahme der Sporen werden bald die umgebenden Deckzellen so ausgedehnt, dass der sporenerzeugende Teil der Lamelle deutlich anschwillt

(s. Fig. 44.) Von der Oberfläche aus gesehen, kommen dann die Deckzellen der Sporen in eine höhere Ebene als die Lamellen selbst zu liegen. Ihre Wände werden auch infolge des Druckes stark ausgedehnt (s. Fig. 45). Schliesslich birst eine derartige Zelle, oder möglicherweise mehrere, auseinander, und die Sporen werden frei. Das durch das Bersten der Zelle entstandene Loch wird aber sofort wieder verschlossen (s. Fig. 45, 46). Es besteht nämlich offenbar auch eine starke Spannung in den Deckzellen, denn wenn das Bersten geschehen ist, buchten sich die angrenzenden Zellen mehr oder weniger definitiv nach der Richtung, wo das Bersten geschah, aus, und hierdurch wird gleichsam das entstandene Loch im Gewebe gedichtet (s. Fig. 46 *a* und *b*). Alle Sporentetraden in einem Sorus reifen nämlich nicht gleichzeitig, gleichwie sie dann auch natürlich nicht gleichzeitig entlassen werden.

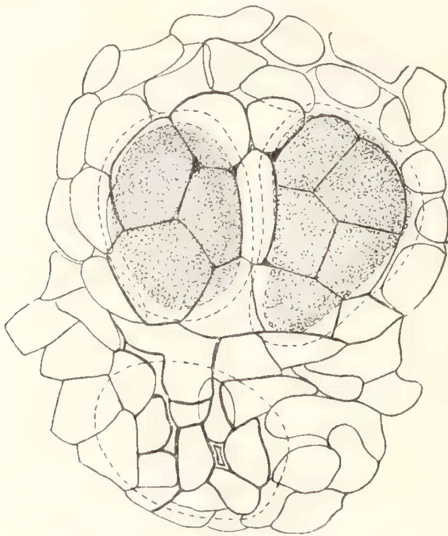


Fig. 45. *M. fragilis*. Tetrasporangiensorus, von der Oberfläche aus gesehen, mit teilweise entlassenen Tetrasporen ($\frac{430}{1}$).

Besondere Gewebsanordnungen, die auf das Zusammenhalten und die Erhaltung der Lamellen selbst nach der Tetrasporenbildung abzielten, wie sie bei *Caloglossa Leprieurii* nach CRAMER's Schilderungen und Abbildungen vorkommen, finden sich hier nicht. Denn der Umstand, dass die Öffnung, die sich bei der Entlassung der Tetrasporen bildet, durch die Ausbuchtung der angrenzenden Zellen verstopft wird, lässt sich ja nicht damit vergleichen, dass, wie bei *Caloglossa* u. a., die an das Tetrasporangium nächstangrenzende Zelle einen Vorsprung bildet, der den Zwischenraum zur angrenzenden Zellenreihe überbrückt u. s. w., sodass das ganze Gewebe auch nach der Tetrasporenbildung, wenn auch nur als Netzwerk, zusammenhält. Es dürfte dies damit zusammenhängen, dass bei *Caloglossa* der tetrasporenbildende Teil der Pflanze noch lange, nachdem die Sporen entlassen worden, weiterlebt, und dass der Spross fortgesetzt ein Scheitelwachstum aufweist. Ohne diese Netzbildung würde ja die ganze Pflanze an der Basis zerfetzt werden.

Bei *Martensia* dagegen fallen die Lamellen nach der Tetrasporenbildung ab, während der basale Teil fortlebt und wieder neue Lamellen ausbilden kann. Ein anderer

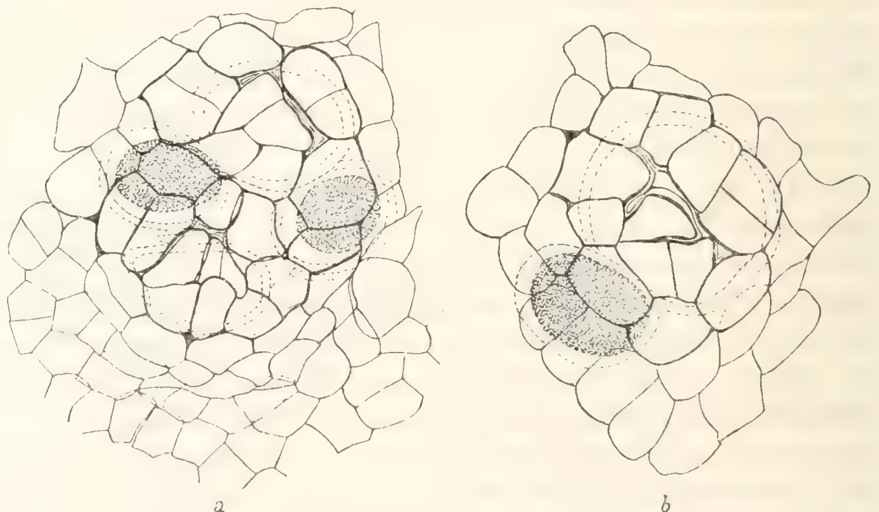


Fig. 46. *M. fragilis*. Tetrasporangiensori, von der Oberfläche aus gesehen, teilweise mit entlassenen Tetrasporen ($\frac{300}{1}$).

markanter Unterschied ist der, dass bei *Caloglossa* sämtliche Zellen in einer Reihe mit grosser Regelmässigkeit in Tetrasporenbildung übergehen, die Zellen ausgenommen, die das sekundäre, verbindende Netzwerk bilden. Bei *Martensia* dagegen werden eine grosse Menge Nachbarzellen in einem Tetrasporangiensorus verdrängt und zum Verschwinden gebracht.

Über das weitere Schicksal der Sporen nach der Entlassung aus der Mutterpflanze, ihre Keimgeschichte u. s. w. ist mir nichts bekannt.

3. Die Tetrasporenbildung.

A. Das Verhalten der Zellkerne bei der Tetrasporenbildung von Martensia fragilis.

Es erübrigt nun noch, über den eigentlichen Verlauf bei der Tetrasporenteilung, zu berichten, wobei das grösste Interesse sich an die Frage knüpft: Was wird aus den vielen Zellkernen der Tetrasporangiumzelle? Wie verhalten sie sich bei der Tetrasporenteilung, und wie viele Kerne finden sich in jeder fertigen Tetraspore? Alles dies sind ja Fragen, die nicht nur ein algologisches Spezialinteresse haben, sondern deren Klarstellung auch von allgemein botanischem Gesichtspunkte aus von allergrösster Wichtigkeit ist. Die Tetrasporenbildung bei den Florideen ist im einzelnen an äusserst wenigen Arten und vor allem bisher an keiner mehrkernigen Art untersucht worden. Es ist ja eigentlich auch nur YAMANOUCHI's ausgezeichnete Arbeit über: »The life-history of Polysiphonia», der man es zu verdanken hat, wenn man überhaupt etwas Sicheres über die Tetrasporenbildung der Florideen im Hinblick auf das Verhältnis des Zellkernes bei der Teilung weiss.

SCHMITZ, auf dessen bahnbrechenden Forschungen in so vielen Hinsichten unsere gegenwärtige Kenntnis von dem feineren Bau der Algenzellen beruht, scheint auch der erste gewesen zu sein, der sich eingehender mit den Zellkernen und ihrem Vorkommen bei den Florideen befasst hat. In einem Vortrag in der Niederrheinischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde zu Bonn (veröffentlicht in den Sitzungsberichten der Gesellschaft, Sitzung vom 7. Juni 1880) hat SCHMITZ die Ergebnisse seiner fortgesetzten Untersuchungen über die Zellkerne der Thallophyten mitgeteilt, wobei die Florideen in grossem Umfange Gegenstand seiner Studien gewesen sind. Er erwähnt hier (S. 21), dass seiner Beobachtung gemäss bei der Mehrzahl derjenigen Florideen, welche sowohl aus grösseren als aus kleineren Zellen bestehen, auch die Anzahl der Zellkerne in der Weise wechselt, dass die grösseren Zellen eine grössere, die kleineren Zellen dagegen eine geringe Anzahl von Zellkernen besitzen. Unter Gattungen mit wechselnder Anzahl von Zellkernen erwähnt er auch *Nitophyllum*. SCHMITZ hat auch das Verhalten der Zellkerne bei der Tetrasporenbildung studiert, wobei er seinen eigenen Worten nach zu folgendem Resultat gekommen ist (a. a. O., S. 4):

»Neben dieser grossen Mannigfaltigkeit der Kernzahl in den vegetativen Zellen der Florideen geht nun eine grosse Übereinstimmung der Fortpflanzungszellen einher. Ich habe bei allen untersuchten Arten die Tetrasporangien stets von

ihrer ersten Anlage an einkernig gefunden,[1] selbst bei den grosszelligen Arten von *Griffithsia*, bei denen schon die Scheitelzelle sehr zahlreiche, bisweilen selbst mehrere Hunderte von Zellkernen enthält. Dieser erste Kern des Tetrasporangiums, der allmählich an Grösse zunimmt und weit substanzreicher wird als die Kerne der vegetativen Zellen, bildet dann durch wiederholte Zweiteilung die Kerne für die Tetrasporen, die ihrerseits durch wiederholte Zweiteilung oder meistens durch simultane Teilung des Zellplasmas angelegt werden.»

Leider sind SCHMITZ' Mitteilungen ja äusserst kurzgefasst, und er hat auch keine Figuren über diesen von ihm geschilderten Verlauf der Tetrasporenbildung geliefert. Was die vielkernige *Martensia* betrifft, so kann ich die Behauptung SCHMITZ' nicht bestätigen, wonach, auch wenn die vegetativen Zellen vielkernig sind, doch die Tetrasporenanlage stets von Anfang an einkernig wäre. Wie bereits aus meiner Schilderung von *Martensia* im vorigen Kapitel (S. 47) hervorgegangen sein dürfte, sind nämlich die Tetrasporangiumanlagen bei dieser Pflanze schon von den allerfrühesten Stadien an mehrkernig. Im Zusammenhang mit dem Bericht über die histologische Entwicklung der Tetrasporangien sind bereits die ersten Stadien geschildert worden: wie die vielkernige Tetrasporangiumanlage von den angrenzenden Zellen abgeschieden wird (Taf. II, Fig. 6—10), und wie auch die Kernteilungen in dieser Anlage weiter fortgehen, sodass man eine grosse kernreiche Zelle erhält, welche bis zu 40—50 Zellkerne zählt. Taf. II, Fig. 7 zeigt auch das Stadium, bis zu welchem ich bisher in meiner Darstellung der Erscheinungen im Innern der Zelle selbst im vorigen Kapitel gekommen bin. Auf diesem Stadium bildet die ganze Tetrasporangiumzelle eine Hohlkugel. Das Plasma liegt als eine mehr oder weniger dichte Schicht längs der Wand, die Kerne liegen gleichförmig in dieser Plasmaschicht verteilt, und keine Plasmastränge durchziehen das Innere der Zelle. Das Plasma selbst ist auf diesem Stadium ziemlich dick und kompakt. Starke Spannungen oder derartiges sind nicht nachzuweisen. Die Chromatophoren treten überhaupt kaum hervor. Sehr bald nimmt das Volumen der Zelle noch weiter zu, und bald beginnen auch Höhlungen im Plasma aufzutreten, sodass es netzförmig durchbrochen wird. Dieses Stadium ist in starker Vergrösserung auf Taf. III in Fig. 1 zu sehen, wo man das netzförmige Plasma als eine Schicht längs der Wand und die grossen eckigen Zellkerne beobachten kann. Der Schnitt ist so gegangen, dass das Plasma von innen her zu sehen ist, sowie natürlich auch am Rande im Querschnitt.

Das erste Anzeichen, dass die Tetrasporenbildung beginnen wird, besteht darin, dass einige Kerne Zeichen der Degeneration zu zeigen beginnen, während gleichzeitig das Plasma auch ein anderes Aussehen erhält. Es wird schaumig und lässt sich nur schwer färben. Aber nicht genug hiermit; man sieht auch deutlich, dass die ganze Plasmamasse der Zelle gleichsam zunimmt und das Innere der Zelle auszufüllen beginnt. Taf. III, Fig. 2 zeigt dieses Stadium. Viele Zellkerne sind deutlich eckig und haben eine sehr unregelmässige Form. Hier und da beginnt ein Kern schon deutliche Anzeichen zu zeigen, dass er dem Zerfall nahe ist. Das Plasma hat begonnen zu schwellen, sodass ein Querschnitt desselben jetzt bedeutend dicker als auf dem Stadium in Taf. III, Fig. 1 ist. Gleichzeitig kann man nun auf dem Stadium auf Taf. III, Fig. 2 eine Menge

[1] Vom mir gesperrt!

dunkler gefärbter Körper beobachten, die in grosser Anzahl an der Peripherie auftreten, wo sie eine Stellung senkrecht zur Peripherie einnehmen. Ich glaube in diesen Chromatophoren erblicken zu dürfen, die in späteren Stadien besser zu erkennen sind, hier aber wegen der Dichtigkeit des Plasmas nicht leicht sicher zu identifizieren und von Kernen, die in Fragmente zu zerfallen beginnen, zu unterscheiden sind. Ich werde in dieser meiner Annahme ausser durch den Vergleich mit den folgenden Stadien auch durch eine Beobachtung und Angabe von KUCKUCK (nach OLTMANNS »Morphologie und Biologie der Algen», I, S. 652) bestärkt, dass nämlich bei der Tetrasporenbildung bei von ihm untersuchten Florideen die Chromatophoren, nachdem sie anfänglich der Wandung der Mutterzelle anlagen, nun sich senkrecht zu derselben stellen. Wahrscheinlich steht wohl diese Stellung irgendwie in Zusammenhang mit der eintretenden Vermehrung des Plasmas und seinem Hinströmen nach dem Zentrum zu. Das Plasma nimmt nun andauernd zu, indem gleichzeitig die Kerne zerfallen. Ein Detailbild hiervon sieht man auf Taf. III, Fig. 7. Die grossen, stark gefärbten Körperchen mit den armförmigen Vorsprüngen sind Kerne, die in Degeneration begriffen sind. Daneben sieht man auch Chromatophoren, die jedoch oft nur schwer von zerfallenen Kernfragmenten zu unterscheiden sein dürften, welch letzteren sie in der Färbung gleichen.

Auf diesem Stadium (Taf. III, Fig. 3) ist nun die ganze Zelle mit schaumigem Plasma ausgefüllt, das zunächst einen Gürtel in der Peripherie einnimmt. Dann kommt nach innen zu eine Partie, wo Chromatophoren und Kernfragmente durcheinander gemischt liegen. Weiter nach innen zu sieht man auch mehrere Kerne, die meisten deformiert und besonders sehr beträchtlich in radialer Richtung gestreckt; einer dagegen (unten rechts!) ist offenbar so gut wie unverändert. Diese langen, schmalen Kerne nebst den normalen runden sind die einzigen, die bisher vollständiger Deformierung entgangen sind. Eine Prüfung der angrenzenden Schnitte in der Serie zeigt dies. Die Kerndegeneration ist auf diesem Stadium also soweit gelangt, dass nur noch eine äusserst geringe Anzahl von den vielleicht 40—50 ursprünglichen Kernen der Zelle vorhanden ist. Aber die Degeneration der Zellkerne schreitet noch fort, bis von ihnen allen nur ein einziger zurückbleibt. Dieses Stadium sieht man in Fig. 4, Taf. III. Dieser einzige Kern nimmt die Stelle im Zentrum der Zelle ein, von relativ dichtem, aber klarem Plasma umgeben. Mehr nach aussen hin beginnen im Plasma wiederum Vakuolen verschiedener Grösse aufzutreten, gleichwie auch die Chromatophoren nunmehr sich deutlich von den Kernfragmenten unterscheiden lassen. Dieser einzige überlebende Zellkern ist es, der sich teilt, und aus dem die 4 Kerne entstehen, die sich später auf die 4 Tetrasporen verteilen. Über den eigentlichen Kernteilungsverlauf hierbei kann ich nicht berichten. Die Fixierung des mir gegenwärtig zu Gebote stehenden Untersuchungsmaterials ist allzu ungenügend, als dass ich auf derartige Fragen eingehen könnte. Wie der Kernteilungsverlauf sich gestaltet, ob eine Chromosomenreduktion hier eintritt u. s. w., sind demnach alles Fragen, die noch ihrer Beantwortung harren. Dass indessen früher oder später alle Kerne der Tetrasporenmutterzelle bis auf einen aufgelöst werden, steht fest.

Das nächste Stadium, das ich nach dem auf Taf. III, Fig. 4 abgebildeten gefunden habe, stellt Fig. 5, Taf. III dar. Hier treten sehr scharf die 4 Tochterkerne hervor,

die noch ziemlich zentral belegen sind. Die Kerne sind klein, färben sich aber scharf und heben sich distinkt von dem wenig färbbaren Plasma ab, das sich mehr und mehr vakuolisiert, indem gleichzeitig auch die Chromatophoren mehr und mehr hervortreten. Auf diesem Stadium beginnt auch die Zellteilung selbst in der Weise, dass vom Rande aus Spaltungsfurchen sich bilden, die sich nach innen zu fortsetzen. Zwei derartige Furchen treten deutlich in Fig. 5, Taf. III hervor. Die neugebildeten Kerne sind nun auf ihrer Wanderung nach aussen, nach der Peripherie hin, begriffen, indem nun gleichzeitig auch die ganze Tetrade höchst beträchtlich an Grösse zunimmt. Dies geht soweit, dass die Tetrade ziemlich bald einen Durchmesser von dem doppelten Betrage ihrer Länge aufweist. Man vergleiche z. B. Fig. 2—5 mit Fig. 6, welch letztere Figur im Vergleich zu den anderen auf $^2/_3$ verkleinert ist! Aus ihnen geht hervor, dass, während das Volumen der Tetrasporenmutterzellen von dem fertigen mehrkernigen Stadium an bis zur ersten Teilung des siegenden Kernes ungefähr konstant gewesen ist, es danach höchst beträchtlich zunimmt. Fig. 6, Taf. III zeigt die Tetrade sogut wie fertig. Drei Sporen — davon zwei mit Kernen — sind zu sehen, die vierte dagegen tritt an diesem Schnitt nicht hervor. Der Zusammenhang zwischen den verschiedenen Sporen in der Tetrade ist noch nicht unterbrochen. Die Figur zeigt mit wünschenswertester Deutlichkeit, dass jede Spore absolut einkernig ist. Keine Spur findet sich mehr von den einstmals so zahlreichen Zellkernen. Sie sind alle verschwunden. In der fertigen Tetrasporenmutterzelle haben sich demnach alle Kerne ausser einem aufgelöst, und aus dem siegenden Kern allein sind die 4 Tochterkerne entstanden, die in den 4 Sporen enthalten sind. Die grosse Volumzunahme beruht wohl wenigstens zum Teil darauf, dass die Vakuolen in so hohem Grade erweitert worden sind. Chromotophoren treten nun auch in grossen Mengen auf, am zahlreichsten vielleicht an der Peripherie und an der Stelle, wo noch die 4 Sporen zusammenhängen. Bei der vollständigen Lösung der Sporen voneinander kommt ja auch dieser Punkt innerhalb jeder Spore peripher zu liegen, eine Lage, der ja Chromatophoren natürlich zustreben müssen.

Dieser Art ist also in Kürze der Verlauf bei der Teilung der Tetrasporenmutterzelle von *Martensia*: eine ursprünglich relativ wenig Kerne enthaltende Tetrasporangiumanlage nimmt an Volumen zu, indem gleichzeitig die Zahl der Kerne beträchtlich anwächst, bis zu 50 und mehr; es tritt dann Kernauflösung ein, während gleichzeitig das Plasma die Konsistenz ändert, zunimmt und das ganze Innere der Zelle ausfüllt; die Kernauflösung schreitet stetig fort, bis nur ein Kern, der Mutterkern der 4 Tetrasporenkerne, übrigbleibt, dieser teilt sich, die Tochterkerne wandern nach der Peripherie hin, und durch Furchen, die von der Oberfläche nach innen zu fortschreiten, wird nun die Mutterzelle sukzessiv in die 4 definitiven Sporen gespalten. Diese sind also einkernig, nicht aber die Anlagen, wie Schmitz es für *Nitophyllum* angibt.

B. Vergleich zwischen der Kerndegeneration bei der Tetrasporenbildung von Martensia und anderen gleichartigen Fällen im Pflanzenreich.

Diese eigentümliche eben geschilderte Tetrasporenentwicklung, zu der bisher nichts Entsprechendes von den Florideen her bekannt ist, besitzt ein nicht geringes

Interesse. Man fragt sich unwillkürlich: Wozu diese reichliche Kernbildung im Beginn, und was ist die Ursache der Degeneration? Es ist wohl ziemlich wahrscheinlich, dass die deutliche Volumzunahme des Plasmas, die gerade eintritt, wenn die Kerne zu degenerieren beginnen, aufs engste mit der Degeneration zusammenhängt, d. h. die zerstörten Kerne liefern das Material zu dem neugebildeten Plasma. Die kolossal grosse Kernanzahl verbleibt jedenfalls ziemlich rätselhaft, da sie später alle bis auf einen degenerieren!

Um einige Vergleichspunkte für diese Entwicklungsgeschichte der Tetrasporenmutterzelle und die Kerndegeneration bei *Martensia* zu erhalten, wollen wir zunächst einige untersuchte Fälle von Tetrasporenbildung bei Florideen studieren. Ihre Anzahl ist freilich nicht gross.

YAMANOUCHI's musterhafte Untersuchungen über *Polysiphonia violacea* beziehen sich auf eine einkernige Floridee. Die Tetrasporangiumanlage ist einkernig und bietet daher keine eigentlichen Vergleichspunkte mit *Martensia* in dieser Hinsicht. Das Epochemachende in YAMANOUCHI's Arbeit ist natürlich der Nachweis der Chromosomenreduktion bei der Tetrasporenbildung, d. h. dass die Tetrasporenpflanze selbst also eine diploide Generation im Gegensatz zu den Geschlechtsgenerationen ist. Auf grund dessen kann die Teilung bei der Tetrasporenbildung bei *Polysiphonia* mit vollem Recht der Tetradenteilung der Archegoniaten, Gymnospermen und Angiospermen gleichgestellt werden und ist dann auch mit diesem Namen, Tetradenteilung, zu belegen. Wie sich aber *Martensia* in dieser Beziehung verhält, habe ich nicht untersuchen können. Es bleibt dies demnach eine offene Frage. Im übrigen aber bietet YAMANOUCHI's Untersuchung über *Polysiphonia* einige Übereinstimmungen dar, wie z. B. in der Art und Weise der Tetrasporenbildung durch Spaltung, nachdem die Kernteilungen vor sich gegangen sind, dem Verhalten der Chromatophoren u. s. w., was ja alles an YAMANOUCHI's Taf. XXVII studiert werden kann.

In diesem Zusammenhang mag ferner auch auf einige Beobachtungen von HEYDRICH an *Fauchea repens* (»Das Tetrasporangium der Florideen etc.», S. 3, Taf. I, Fig. 5—8) hingewiesen werden. Dort bildet HEYDRICH in der Tetrasporangiummutterzelle auf einem vorbereitenden Stadium 2—3 Zellkerne ab, von denen einer, der zentrale, an Grösse bald seine Kameraden übertrifft. Dieser teilt sich tetraederförmig (HEYDRICH, a. a. O., S. 4), und aus ihm gehen die Tetrasporen hervor, während die anderen Kerne allmählich verschwinden. Ohne irgendwie Worte über die eigentümliche Deutung und die weitschweifigen Folgerungen zu verlieren, die HEYDRICH aus seinen Beobachtungen zieht, kann ich doch nicht unterlassen, darauf hinzuweisen, dass auch hier bei der Tetrasporenbildung — oder genauer gesagt, vor derselben — eine Kerndegeneration vor sich zu gehen scheint. Da HEYDRICH nichts bezüglich der Kernanzahl in den vegetativen Zellen erwähnt und die Zeichnungen im übrigen an Klarheit wohl recht viel zu wünschen übrig lassen, habe ich gegenwärtig keinen Anlass, näher auf diesen Fall einzugehen, sondern begnüge mich mit der einfachen Konstatierung der teilweisen Analogie mit *Martensia*.

Will man dagegen versuchen, treffendere und vollkommenere Analogien zu der Kerndegeneration in der Tetrasporenmutterzelle von *Martensia* zu finden, so muss man

wohl die Provinz der Florideen verlassen und sich den Siphoneen und den Pilzen, näher bestimmt den Oomyceten, zuwenden. Die Erscheinung, die hier ungesucht an die Kernauflösung in der Tetrasporenmutterzelle bei *Martensia* erinnert, ist das Verhalten der Kerne teils bei dem Einkernigwerden des Oogons bei *Vaucheria geminata racemosa* und bei der Zoosporenbildung bei *Derbesia* (beide nach DAVIS), teils auch bei der Oogon- und Eibildung der Saprolegniaceen und gewisser Albuginaceen.

In dem zuerst angeführten Falle (*Vaucheria geminata racemosa*) finden sich nach DAVIS (»Oogenesis in Vaucheria», 1904) in dem Oogon zahlreiche Zellkerne, auch nachdem dieses von dem Tragfaden durch eine Wand abgetrennt worden ist. Sehr bald zeigen indessen einige von diesen Zellkernen Zeichen einer Degeneration. während die anderen an Grösse zuzunehmen scheinen, früher oder später degenerieren aber auch diese ausser einem einzigen, der in der Mitte des Oogons gelegen ist und zum definitiven Eikern wird. Der Entstehungsprozess ist hier also genau der gleiche wie bei dem Tetrasporenmutterkern bei *Martensia*. Dass andere *Vaucheria*-Arten nach OLTMANNS sich anders verhalten können, spielt ja in diesem Zusammenhang keine Rolle.

Auf ziemlich gleichartige Weise kommen auch nach DAVIS' in diesem Jahre publizierter Untersuchung (»Spore Formation in Derbesia», 1908) die einkernigen Zoosporen bei *Derbesia* zustande. Die Sporangiumanlage bei dieser Pflanze kann bis zu mehrere tausend Zellkerne enthalten, aber ziemlich bald nach der Abgrenzung des Sporangiums durch eine eigene Wand scheinen von allen diesen Kernen einige ausgewählte die Oberhand zu gewinnen — es ist, als wenn nicht genug Nahrung für alle vorhanden wäre — sie nehmen an Grösse zu und sammeln gleichsam vorzugsweise das Plasma um sich, während die grosse Masse der Kerne dem Untergang geweiht zu sein scheint, ihr Chromatin verliert und sehr bald ganz im Plasma verschwindet. Ist dieses geschehen, so verteilt sich gleichsam das Plasma auf die überlebenden grossen Zellkerne, Spaltungsfurchen entstehen, und jeder Zellkern mit seinem umgebenden Plasma wird zu einer Zoospore. Die einkernigen Zoosporen gehen demnach wie durch eine Auslese aus einer ungeheuer viel grösseren Menge Anlagen hervor, und hier wie bei so vielen anderen Fällen im Leben scheint der Satz zu gelten, dass »viele berufen, wenige aber auserwählt sind».

Was die obenerwähnten Fälle von Kerndegeneration bei Pilzen betrifft, so ist die Oogonbildung bei den Saprolegniaceen von mehreren Forschern, DAVIS und anderen, zuletzt von CLAUSSEN und MÜCKE, eingehend geschildert worden. Die mehrkernigen Oogone sind auf einem frühzeitigeren Stadium gänzlich mit einer gleichförmig verteilten Plasmamasse gefüllt. Im Zentrum entsteht eine grosse Vakuole, die mehr und mehr an Grösse zunimmt. Schon jetzt beginnen eine Menge Kerne im Zusammenhang mit dem Wachstum der Vakuole zu degenerieren. Schliesslich besteht das Plasma nur aus einer peripherischen Schicht, wohin die überlebenden Kerne ihre Zuflucht genommen haben. Diese vermehren sich nun noch weiter durch Teilung, die grössere Mehrzahl derselben aber degeneriert unmittelbar danach, und nur eine geringe Anzahl lebt definitiv weiter und bildet die Kerne in den grossen Eizellen, die nun durch Anhäufung des Plasmas um diese überlebenden Zellkerne herum gebildet werden. So steht also auch

hier die Kerndegeneration in einer gewissen Korrelation zu der Neubildung und Umbildung von Plasma.

Grössere Analogien bietet vielleicht die Albuginacee *Albugo Tragopogonis* nach STEVENS' Untersuchungen (nach LOTSY's »Vorträgen über botanische Stammesgeschichte».) dar. In dem Oogon bildet sich dort eine zuerst ganz kernfreie, zentrale Plasmamasse, danach aber wandern in sie aus dem Periplasma einige Kerne ein, die sich noch weiter durch Teilung vermehren, sodass die zentrale Plasmamasse, das »Cönocentrum», mehrkernig wird. Ist aber dies einmal geschehen, so beginnt die Degeneration, die soweit geht, dass nur ein einziger Zellkern übrigbleibt. Das mehrkernige Cönocentrum wird auf diese Weise durch Kerndegeneration zu einem echten einkernigen Ei. Dieser letzte Fall bietet ja auch unleugbar eine gewisse äussere Analogie mit der Tetrasporenbildung bei *Martensia* dar.

Aber in allen diesen eben geschilderten Fällen handelt es sich doch nur um gewisse äussere Analogien hinsichtlich des Kerndegenerationsvorgangs selbst. Am deutlichsten ist dies natürlich in denjenigen der obenangeführten Fälle, wo es sich um die Bildung eines oder mehrerer einkerniger Eier handelte, d. h. bei *Vaucheria geminata racemosa* (DAVIS) sowie den Oomyceten *Saprolegnia* (DAVIS, CLAUSSEN, MÜCKE) und *Albugo* (STEVENS). Bei einem Vergleich zwischen diesen Fällen kann natürlich nicht von Homologien oder auch nur Analogien im eigentlichen Sinne die Rede sein, da in dem einen Falle (*Vaucheria*, *Saprolegnia*, *Albugo* u. s. w.) eine Eibildung, in dem anderen (*Martensia*) dagegen eine Sporenbildung vorliegt.

Was dagegen *Derbesia* betrifft, so handelt es sich hier ja allerdings um eine Art Sporenbildung, diese aber, wie auch besonders die Bildung des Sporenkerns, verläuft offenbar nicht in gleicher Weise wie bei *Martensia*. Bei *Derbesia* werden die siegenden Kerne in dem Sporangium ohne weiteres zu Sporenkernen; das Plasma teilt sich durch Furchung und lagert sich auf diese Weise um die einzelnen überlebenden Kerne herum. Verhielte es sich so, dass von den zahlreichen Kernen in der Tetrasporenanlage bei *Martensia* 4 Stück übrigblieben und diese 4 zu Kernen in den 4 Tetrasporen würden, dann wäre in der Tat die Übereinstimmung sehr gross, und es bestände dann kein anderer Unterschied zwischen *Derbesia* und *Martensia*, als dass bei der letztgenannten nur 4 Sporen gebildet würden, bei *Derbesia* dagegen mehrere bis zu 20 Stück. Das ist ja nun aber keineswegs der Fall. Die 4 Kerne bei *Martensia* sind nicht 4 überlebende von den ursprünglichen vielen Kernen der Tetrasporangiumanlage, sondern die 4 sind Tochterkerne eines einzigen überlebenden Kerns, der sich unmittelbar nach dem Verschwinden der anderen besiegten Kerne geteilt hat. Hierin liegt ein fundamentaler Unterschied!

Die Annahme liegt ja nahe — nach YAMANOUCHI's Untersuchung von *Polysiphonia* — dass die Teilung des siegenden Zellkerns in 4 Tochterkerne eine Reduktionsteilung sei, und dass die Sporenbildung demnach als eine wirkliche Tetradenteilung, der der höheren Pflanzen vergleichbar (s. S. 55!) aufzufessen sei. Diese Frage kann ich indessen aus den bereits oben angeführten Gründen hier nicht zur Behandlung aufnehmen, sondern muss sie als eine blosse Vermutung bis auf weiteres dahingestellt sein lassen.

Der Unterschied zwischen den Gattungen *Derbesia* und *Martensia* inbezug auf

die Sporenbildung ist jedenfalls hinreichend gross, um deutlich zu zeigen, dass es sich auch hier wie bei der Eibildung der vorher erwähnten Pflanzen nu rum gewisse Analogien, nicht aber um wirkliche Homologien handelt. Von diesem natürlich fundamentalen Unterschiede abgesehen, weisen aber diese eben erwähnten Fälle von Kerndegeneration bei *Derbesia* und bei der Eibildung von *Vaucheria* und einigen Pilzen diejenigen Analogien auf, an die man überhaupt zunächst zu denken hat, wenn es gilt, etwas Entsprechendes zu der bisher alleinstehenden Tetrasporenbildung bei *Martensia* zu finden, wo aus einer vielkernigen Mutterzelle durch Degeneration eine einkernige, die definitive Mutterzelle für die 4 Tetrasporen entsteht, deren Kerne demnach alle von ein und demselben Kerne herstammen.

Von allgemein botanischem Interesse bei dieser Tetrasporenbildung bei *Martensia* ist weiter der Umstand, dass auch hier bei den Florideen der Übergang einer reproduktiven Zelle von vielkernigem zu einkernigem Stadium durch Degeneration, nicht dagegen aber durch eine Art Fusion von Zellkernen geschieht. Alle vermuteten Fälle einer derartigen Fusion haben sich ja bisher bei der cytologischen Detailuntersuchung als nicht stichhaltig erwiesen, und die Florideen scheinen demnach auch in dieser Hinsicht keine Ausnahme von dem zu bilden, was man bisher als Regel bei allen anderen Algen- oder Pilzgruppen gefunden hat.

III. Die Spermatien.

Über das Vorkommen und Aussehen der männlichen Organe bei der Gattung *Martensia* liegen in den systematischen algologischen Arbeiten keinerlei Angaben vor. Weder J. G. AGARDH noch DE TONI erwähnen in ihren systematischen Zusammenstellungen etwas von männlichen Organen bei dieser Gattung. Gleichermassen unbekannt sind sie SCHMITZ und HAUPTFLEISCH, die in ihrer Bearbeitung der Gattung in ENGLER und PRANTL, »Die Nat. Pflanzenfamilien», eine korrekte — wenn auch natürlich kurze — Darstellung von dem eigentümlichen vegetativen Bau sowie von den Sporangien und Cystokarpien liefern, nichts aber vom den männlichen Organen zu sagen haben. Da bei allen anderen Gattungen regelmässig Angaben hierüber vorhanden sind, so zeigt dies ja, dass sie den Verfassern eben unbekannt waren. Es ist mir wirklich indessen gelungen, in der Litteratur eine Notiz aufzuspüren, die, obwohl knapp gehalten, doch zeigt, dass sie wirklich schon beobachtet worden sind. FALKENBERG zählt nämlich in seiner Darstellung der »Algen im weitesten Sinne» in SCHENK's Handbuch der Botanik (Bd. II, S. 180) unter den Florideengattungen mit parenchymatischem Gewebe, welche die spermatienbildenden Zellen in Gruppen, »Antheridien», vereinigt haben, ausser *Delesseria* u. a. auch *Martensia* auf. Auf diese blosse Erwähnung und nichts weiter beschränken sich indessen die Litteraturangaben über die männlichen Organe bei *Martensia*.

Es war daher eine angenehme Überraschung, als ich bei Untersuchung meines Materials von *M. fragilis* von Galle auch einige männliche Individuen antraf. Ich habe infolgedessen diese Art einer eingehenden Prüfung auch bezüglich des Baues und der Entwicklung der Spermatien unterziehen können.

1. Die Entwicklung der Spermatangien bei Martensia fragilis.

Männliche Individuen von *M. fragilis* (Taf. I, Fig. 4—6) scheinen weit seltener zu sein als Cystokarpien- und Tetrasporenexemplare, gleichwie sie auch in allen Teilen kleiner sind und daher nicht so leicht in die Augen fallen. Sie machen nämlich fast den Eindruck, als seien sie nur unentwickelte Jungpflanzen, verglichen z. B. mit den grossen Cystokarpienexemplaren (Taf. I, Fig. 1, 2). Ob nun die männlichen Exemplare wirklich in der Weise seltener sind, dass sie in der Natur in geringerer Zahl

vorkommen, oder ob dies nur so scheint, weil eben die männlichen Individuen ihrer ganzen Entwicklung nach mehr ephemer sind — sie sterben nämlich wahrscheinlich nach dem Entlassen der Spermatien ab — vermag ich nicht mit absoluter Sicherheit zu entscheiden. Bemerkenswert ist ja jedenfalls, dass auch bei anderen Delesseriaceen, z. B. *Caloglossa Leprieurii* nach CRAMER und *Delesseria sinuosa* nach KUCKUCK die männlichen Individuen gleichsam zwergartig sind (siehe z. B. CRAMER, »Ueber Caloglossa Leprieurii», S. 9 und KUCKUCK, »Bemerkungen zur marinen Algenvegetation von Helgoland», S. 256).

Die Gattung *Martensia* ist wie die Hauptmasse der Florideen diözisch, und die Spermatangien entstehen zu beiden Seiten an den Lamellen im Netzwerk, also an der analogen Stelle wie die Tetrasporen und teilweise auch die Cystokarpien. Nur dort kommen sie zur Entwicklung, nie aber an dem zusammenhängenden basalen Teil.

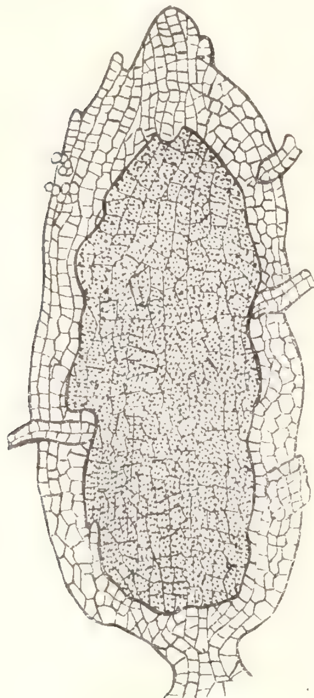


Fig. 47. *M. fragilis* ♂. Lamelle eines männlichen Exemplars mit einem einzigen grossen, zusammenhängenden Spermatangiensorus ($\frac{70}{1}$).

Die männlichen Individuen (s. Taf. I, Fig. 4—6) sind, wie oben erwähnt, in allen Teilen bedeutend kleiner als die Tetrasporen- und Cystokarpienexemplare. Die von mir beobachteten Individuen massen an Länge kaum 1,5 cm, wobei der blattähnliche Teil nebst dem Netzwerk nicht 1 cm an Höhe überstieg. Zu dem weniger augenfälligen Aussehen der männlichen Individuen trägt auch der Umstand bei, dass sie in weit geringerem Grade, bisweilen überhaupt nicht, in Polstern stehen, was die Cystokarpienexemplare (s. Taf. I, Fig. 1) fast stets tun. Dagegen scheint der basale Teil, das solide, stielartige Befestigungsorgan, oft eine höhere Ausbildung bei den männlichen Exemplaren zu erhalten, als es bei den anderen der Fall zu sein scheint.

Besonders war dies der Fall bei einigen bei Galle eingesammelten männlichen Exemplaren, die gleichsam eingesprengt in Corallineenpolster sassen, und wovon eins in Fig. 4, Taf. I abgebildet ist. Ob nun diese Verschiedenheit bezüglich der Ausbildung des basalen Teils etwas besonders für männliche Individuen Charakteristisches ist oder nur auf dem zufälligen Umstande beruhte, dass sie auf loserem Substrat, d. h. nicht direkt auf Stein, wuchsen, wage ich nicht mit Bestimmtheit zu entscheiden. Beachtenswert ist jedenfalls, dass die starke Entwicklung des Fussteils bei diesen männlichen Exemplaren völlig mit dem übereinstimmt, was normalerweise bei anderen *Martensia*-Arten, *M. flabelliformis* (Fig. 6, S. 9) und *M. australis* (Fig. 7, S. 10) vorkommt.

Da diese sämtlichen männlichen Individuen geschlechtsreif waren, mit wohlentwickelten Spermatangien, so ist ja kein Anlass vorhanden, nicht anzunehmen, dass es ausgewachsene, vollentwickelte Individuen waren. Dass die männlichen Individuen von *M. fragilis* kleiner sind als z. B. die Cystokarpienexemplare, dürfte daher wohl als etwas völlig Normales anzusehen sein, was ja auch, wie bereits oben erwähnt, mit dem übereinstimmt, was wir von anderen Delesseriaceengattungen wissen. Sie führen ja

auch ein kürzeres Dasein, indem sie, nachdem sie ihre Mission, die Abgabe der Spermatien, erfüllt haben, nicht weiter wachsen, sondern bald absterben.

Die Spermatangien werden bei *Martensia fragilis*, wie gesagt, zu beiden Seiten der Lamellen des Netzwerks gebildet. Sie stehen äusserst dicht zusammen, indem sie auf jeder der beiden Seiten einen einzigen, zusammenhängenden, grossen Sorus (s. Fig. 47 und Fig. 48) bilden, der die ganze Lamellenoberfläche bis auf eine Randzone längs des Randes rings herum (s. Fig. 47) bedeckt, welch letztere steril ohne Spermatangien bleibt.

Die histologische Entwicklung der Spermatangien vollzieht sich auf folgende Weise. Die grossen Zellen, welche die auf vegetativem Stadium in der Mitte stets einschichtige Lamellenscheibe bilden, gliedern durch etwas schräge Wände gewöhnlich zwei schmälere Oberflächenzellen nach jeder der beiden Seiten hin ab. Dieses Stadium ist im Querschnitt in Fig. 8 auf Taf. III sowie von der Oberfläche aus in Fig. 10 auf Taf. III zu sehen. Aus diesen Bildern geht hervor, dass die zuerst abgegliederten Zellen eine von der Oberfläche aus gesehen beinahe rechteckige Form annehmen (s. Fig. 10, Taf. III, rechts). Ferner auch, dass die Abgliederung sukzessiv geschieht, d. h. zuerst legt sich eine schräge Wand an, wobei eine längliche Zelle abgeteilt wird (s. Fig. 8, Taf. III), danach bildet sich eine neue Wand, die eine zweite Zelle daneben abschnürt. Ist die Lamellenzelle selbst sehr schmal, so wird vielleicht nach jeder Seite hin nur e i n e Oberflächenzelle abgegliedert, und zwar in solchem Fall nicht durch eine s c h r ä g e Wand, sondern durch eine der Oberfläche der Lamelle mehr parallele (s. Fig. 8, Taf. III). Die abgeschnürten Oberflächenzellen werden auf diese Weise ungefähr gleichgross. Infolge dieses Vorgangs teilt sich nun die Lamelle in d r e i Schichten, von denen die mittlere keine weiteren Teilungen mehr erfährt, während aus der Oberflächenschicht durch fortgesetzte Teilung die Spermatangien und ihre Mutterzellen hervorgehen (Fig. 48 und Taf. III, Fig. 9; Taf. IV, Fig. 1).

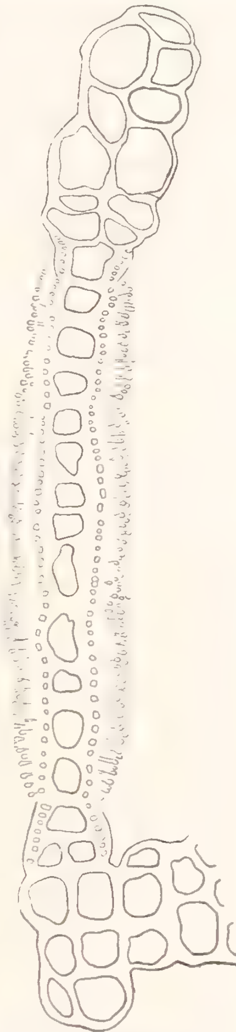


Fig. 48. *M. fragilis* ♂. Querschnitt durch eine Lamelle eines männlichen Exemplars mit Spermatangien ($\frac{360}{1}$).

Nachdem in der eben geschilderten Weise die rechteckigen Zellen sich abgegliedert haben, werden diese wieder durch Wände, die winkelrecht zu den zuerst gebildeten stehen, in je zwei Teile geteilt. Von der Oberfläche aus gesehen, ist demnach jede Lamellenzelle zuerst gleichsam in vier Teile zerfallen (Fig. 10, Taf. III, rechts). Da die Wände der ursprünglichen Lamellenzellen bedeutend dicker als die neugebildeten sind und ausserdem eine z. B. von Hämatoxylin stark färbbare Zwischensubstanz aufweisen, sind die Grenzen zwischen den aus einer und derselben Lamellenzelle entstandenen oberflächlichen Zellgruppen sehr deutlich zu beobachten. Die Teilung der Oberflächenzellen geht nun weiter fort, bis auf weiteres aber ausschliesslich durch zur Lamellenoberfläche senkrechte Wände. Fig. 10—12, Taf. III zeigen die sukzessiven Stadien bei diesen Teilungen, die schliesslich darin resultieren,

dass eine ungeheure Menge äusserst kleiner, nur 2—3 μ im Durchmesser haltender Zellen gebildet werden (Fig. 12, Taf. III). Auf jede ursprüngliche Lamellenzelle kommen auf diese Weise ungefähr 30 oder gar bis zu 50 kleine Oberflächenzellen.

Um die weitere Darstellung der Entwicklung der Spermatangien völlig zu verstehn, müssen wir indessen noch zusehen, wie die Zellkerne sich bei diesen Teilungen verhalten. Wie alle *Martensia*-Zellen haben die ursprünglichen Lamellenzellen ausser zahlreichen Chromatophoren auch zahlreiche, aber ziemlich kleine Zellkerne (s. Fig. 8, Taf. III). Bei den allerersten Abschnürungen der Oberflächenzellen kommen auch mehrere Zellkerne auf jede rektanguläre Zelle (s. Fig. 8, 10, Taf. III). Bei diesen Zellteilungen geschieht wie bei den übrigen Zellteilungen innerhalb der rein vegetativen Sphäre bei *Martensia* die Wandbildung stets unabhängig von den Zellkernen und jedenfalls völlig unabhängig von den Teilungen derselben. Man sieht im Plasma zuerst gleichsam hellere Spalten oder Streifen, die Anlage zu der neuen Wand, von entgegengesetzten Seiten hineinwachsen, bis sie zusammenstossen und mit einander verschmelzen, nur eine schmale Öffnung, die primäre Pore, zwischen den so von einander abgeteilten neuen Zellen übriglassend. Eine derartige Pore ist unten links in Fig. 8, Taf. III zu sehen. Schon bei den ersten Zellabschnürungen bemerkt man eine deutliche Verschiedenheit bezüglich des Aussehens des plasmatischen Inhalts der neugebildeten Zellen im Vergleich mit dem der alten. Die Chromatophoren, die in den rein vegetativen Zellen äusserst deutlich sind, können nun nicht mehr weiter unterschieden werden. Dagegen erhält das Plasma ein dichteres, gleichsam konzentrierteres Aussehen, während es gleichzeitig von den Farbstoffen intensiver gefärbt wird. Man darf wohl annehmen, dass die Chromatophoren irgendwie in dem Plasma aufgelöst werden und als Nährmaterial oder dergleichen für die weitere Entwicklung darin aufgehen, obwohl es mir nicht gelungen ist, dies zu beobachten, und ich demnach nicht im Einzelnen darüber berichten kann, wie sie verschwinden.

Schon jetzt, nachdem die ersten Oberflächenzellen sich gebildet haben, zeigen gewisse Zellkerne indessen ein verändertes Aussehen. Sie sind grösser, ferner scheinen sie der Form nach mehr unbestimmt, oft kantig (s. Fig. 8, Taf. III). Da mein Untersuchungsmaterial ausschliesslich in Formalin konserviert worden ist, und dies nicht immer Kerne besonders gut zu fixieren scheint, ist es nicht möglich, absolut sicher zu entscheiden, ob hier Kernteilungen irgend welcher Art vorliegen. Dies ist jedoch die wahrscheinlichste Erklärung für diese kantigen Kernbilder. Jedenfalls fahren die Zellteilungen in der Oberflächenschicht fort, nun mit vorzugsweise perpendikulären Wänden im Verhältnis zur Lamellenoberfläche. Die auf diese Weise gebildeten Zellen werden immer kleiner und kleiner, und vor allem enthalten sie immer weniger und weniger Kerne (vgl. Fig. 8—12, Taf. III). Wenn schliesslich die senkrechte Wandbildung aufgehört hat, sind als Resultat aller dieser Teilungen zahlreiche, kleine, längliche Zellen vorhanden, jede mit einem oder zwei Kernen. Die Zellkerne, die nun in diesen länglichen Zellen vorkommen, sind jedoch bedeutend grösser (s. Fig. 9, Taf. III) als die in den vegetativen Zellen. Sie sind im Querschnitt über einander gelegen (s. Fig. 9, Taf. III), und die Folge hiervon ist, dass, wenn diese kleinen Zellen von der Oberfläche aus gesehen werden, man nur e i n e n Zellkern beobachten kann, so dass diese Zellen dann unter

Umständen den Eindruck erwecken können, als seien sie nur einkernig (s. Fig. 12, Taf. III). In Wirklichkeit findet sich stets ein Stadium, wo sie zweikernig sind. Es ist aber vielleicht besonders zu betonen, dass das zweikernige Stadium nach dem einkernigen zu liegen scheint. Studiert man Fig. 9 auf Taf. III, so sieht man dort mehrere Oberflächenzellen, welche einkernig sind. Diese sind etwas breiter als die zweikernigen, was darauf beruht, dass sie sich noch nicht nach der Höhe zu ausgedehnt haben. Was aber bemerkenswerter ist: oben rechts in der Figur 9, Taf. III sieht man ganz am Rande eine einkernige Zelle, danach kommen zwei, die ein Aussehen der Kerne wie in Fig. 8, Taf. III zeigen, d. h. jeder Kern scheint gleichsam in zwei dunkelgefärbte Gruppen geteilt zu sein, die durch eine weniger färbbare Substanz von einander geschieden sind. Man dürfte nicht fehlgehn, wenn man dies als das Stadium einer Kernteilung auffasst, ob hier aber Mitosen oder vielleicht nur Fragmentationen vorliegen, erlaubt die Konservierung des Materials nicht bestimmt zu entscheiden. Man bedenke z. B. unter anderem die äusserst geringe Grösse dieser Zellkerne (etwa 1 μ). Jedenfalls ist es klar — besonders bei einem Vergleich zwischen den eben geschilderten Zellen und denen, die etwas weiter nach links von ihnen liegen — dass das einkernige Stadium dem zweikernigen vorhergeht. Dies ist besonders zu betonen, denn sonst läge ja die Annahme nahe, dass, wenn man es wie hier mit anfangs sehr vielkernigen Zellen zu tun hat, wo die Zellteilung durch Abschnürung aus der Mutterzelle geschieht, und wo natürlich mehrere Kerne auch auf die kleinere Tochterzelle kommen, die Zweikernigkeit in der Weise zustandegekommen sei, dass die Wandbildung weitergegangen ist, bis von den ursprünglich zahlreich abgeschiedenen Kernen nur zwei sich in jeder Zelle befinden. Das ist indessen bei der Entstehung dieser Zweikernigkeit nicht der Fall.

Es erhebt sich zunächst die Frage: wie werden die Oberflächenzellen einkernig? Die ursprünglichen Oberflächenzellen waren bei der ersten Zellabschnürung mit mehreren Kernen versehen (s. Fig. 8, 10, Taf. III). Sind die Zellteilungen derart weitergegangen, dass sich zu jedem ursprünglichen Kern, der sich in der zuerst abgeschnürten Oberflächenzelle befand, eine Zelle gebildet hat, oder hat die Kernanzahl während der fortgesetzten Teilung zugenommen? Mit absoluter Sicherheit die Kerne in einer Zelle zu zählen ist kaum angängig, man kann aber leicht bei einer Berechnung zu dem Resultat kommen, dass bei der fortgesetzten Zellteilung die Kernanzahl nicht unbeträchtlich zugenommen haben muss, wenn jede Oberflächenzelle auf dem in Fig. 12, Taf. III, abgebildeten Stadium einen Zellkern für sich erhalten soll. Derartige Oberflächenzellen werden nämlich, wie oben angeführt, in einer Anzahl gebildet, die bis zu 30—50 auf jeder Seite einer primären Zelle betragen kann, und so viele Zellkerne waren mit aller Sicherheit in den zuerst abgegliederten Oberflächenzellen nicht vorhanden, kaum auch nur in der ganzen ungeteilten Lamellenzelle (vgl. Fig. 8, Taf. III). Während der fortgesetzten Zellteilung müssen demnach auch Kernteilungen stattgefunden haben. Dies macht es daher mehr als wahrscheinlich — um nicht zu sagen absolut sicher — dass die eigentümlichen Kernbilder, die in Fig. 8 und 9 (rechts), Taf. III, eben Kerne darstellen, die in Teilung begriffen sind. Kurz, die Oberflächenzellen sind auf einem gewissen Stadium einkernig, um danach zweikernig zu werden, d. h. das Stadium zu erreichen, das in Fig. 9, Taf. III, sowie in Fig. 1, Taf. IV, abgebildet ist.

Nun strecken sich gleichzeitig diese Zellen in die Höhe, wobei jede Zelle eigenes Scheitelwachstum für sich zeigt und auf diese Weise sich von seinen Nachbarn zu isolieren beginnt (s. Fig. 9, Taf. III und Fig. 1, Taf. IV). Das Plasma und die Kerne scheinen zunächst in dem nach innen gewandten Teil der Zelle zu verbleiben, während die Aussenwand Anzeichen einer ziemlich starken Verschleimung zeigt. Sehr bald wandert der eine Kern in die Spitze der sich streckenden Zelle aus, wobei gleichzeitig eine Wandbildung in der Weise eintritt, wie sie bei Florideen gewöhnlich ist, d. h. durch Zusammenschnürung von den Seiten aus. Hierdurch wird nun das Spermatangium (*s*) selbst von der langgestreckten basalen Zelle (*sm*) abgeschieden, der sog. »Tragzelle» (KUCKUCK) oder »the sperm mother cell», nach YAMANOUCHI's Terminologie bei *Polysiphonia violacea.* Es scheint mir jedoch zweckmässiger, sie Spermatangienmutterzelle zu nennen, mit welchem Namen (*sm*) ich sie im Folgenden bezeichne. Die Verbindung wird durch eine ziemlich lange sichtbare Pore vermittelt. Ungefähr gleichzeitig aber mit diesem Vorgang teilt sich der Kern der Spermatangienmutterzelle aufs neue, so dass sie wiederum zweikernig wird. Dieses Stadium ist in Fig. 9 (*sm*), Taf. III, und Fig. 1 (*sm*), Taf. IV, wie auch ganz besonders in Fig. 2 (*sm*), Taf. IV, zu sehen. Letztere Figur zeigt das deutlichste Bild, das ich von diesem Stadium erhalten habe. Der plasmatische Inhalt der spitzenständigen Spermantangien (*s*) mit ihrem relativ sehr grossen Zellkern ist dort sehr deutlich wahrzunehmen, wie auch die beiden Kerne in den basalen Spermatangienmutterzellen (*sm*). Zu beachten ist die sehr deutliche körnige Struktur in dem Spermatienkern auf diesem Stadium. Es liegt ja nahe, anzunehmen, dass dies die Chromosomen sind. YAMANOUCHI hat nämlich die Beobachtung gemacht, dass in dem Spermatienkern bei *Polysiphonia violacea* die Chromosomen ihre individuelle Form beibehalten, d. h. der Kern nicht in das Ruhestadium übergeht. Ich nehme an, dass das Gleiche hier der Fall ist, und dass dies nun die Ursache des körnigen Aussehens des Kerns auf diesem Stadium ist. Auf demselben Bilde (Fig. 2, Taf. IV) sieht man auch deutlich die Porenverbindung zwischen den Spermatangienmutterzellen und der Lamellenzelle.

Wie das Spermatium selbst entlassen wird, habe ich nicht beobachtet, da diese Untersuchung ausschliesslich an konserviertem Material angestellt worden ist, wahrscheinlich aber — aus gleich anzuführenden Gründen — geschieht es durch direkte Abschnürung des ganzen Spermatangiums, wie das bei der »sperm cell» bei *Polysiphonia violacea* nach YAMANOUCHI der Fall ist.

Nachdem das Spermatium auf diese Weise gebildet und entlassen worden ist, bildet die Spermatangienmutterzelle aus dem einen der nun, wie gesagt, aufs neue durch Teilung verdoppelten Kerne ein neues Spermatangium mit einem neuen Spermatium. Schon bevor das erste Spermatangium sich abgelöst hat, ist der eine von den Kernen der Spermatangienmutterzelle nach der Spitze hinaufgewandert, wo er infolge seiner starken Färbung leicht zu beobachten ist (Fig. 2, 3, Taf. IV). Der andere Kern bleibt an der Basis zurück und degeneriert wahrscheinlich. Nachdem das erste Spermatangium abgeschnürt worden, bildet sich auf dieselbe Weise wie vorher durch Faltung eine Wand, die das zweite Spermatangium von der Mutterzelle abgliedert (s. Fig. 3, Taf. IV, links!). Eben dieses Bild zeigt das zweite Spermatangium fertiggebildet.

Man kann sehen, wie an der Spitze noch Reste sitzen, Spuren von dem ersten Spermatangium, das sich demnach offenbar abgeschnürt hat. Ob nach der Bildung des zweiten Spermatangiums noch ein drittes zur Entwicklung kommen kann, ist unsicher. Am wahrscheinlichsten ist es, dass der übrigbleibende Kern sich auflöst, denn man kann oft gleichsam Kernreste, die stärker gefärbt sind, auf dem Boden der nun absterbenden Spermatangienmutterzellen sehen (Taf. IV, Fig. 3, 4, 6). Ein derartiges Bild zeigt besonders Fig. 6 auf Taf. IV. Rechts sieht man eine Zelle, wahrscheinlich in Bildung des zweiten Spermatangiums begriffen. Ich schliesse dies teils daraus, dass die Basalzelle, die Spermatangienmutterzelle (*sm*), keinen deutlichen Zellkern mehr zeigt, teils daraus, dass das Bild zu einer Lamelle gehört, wo fast alle die übrigen Spermatangienmutterzellen im Absterben begriffen waren (s. dieselbe Figur links). An diesen absterbenden Spermatangienmutterzellen zur Linken sieht man auch, dass das zweite Spermatium nebst seinem Spermatangium sich von seiner Mutterzelle abgeschnürt haben muss. Man kann nämlich keine Öffnung wahrnehmen, durch die das Spermatium hinausgekommen sein kann, dagegen sind die Zellen ja an der Spitze gleichsam quer abgestutzt und weisen dort deutliche Spuren der Abschnürung auf. Zu beachten ist jedoch, dass, wenn das zweite Spermatangium sich abschnürt, diesem eine höchst bedeutende Längsstreckung der Zelle, in welcher der zweite Spermatienkern sich befindet, vorherzugehn scheint (vgl. Fig. 4 und Fig. 6 auf Taf. IV rechts). Es schnürt sich ferner nicht in seiner Gesamtheit ab, sondern nur in seinem oberen Teil, der untere bleibt zurück, fast vollständig plasmalos, im Gegensatz zu der basalen ursprünglichen Spermatangienmutterzelle, die ihren plasmatischen Inhalt beibehält. Es erinnert dies sehr an die Art und Weise der Abschnürung der Spermatien bei *Corallina officinalis*, wo, — wie GUIGNARD (»Développement et constitution des Anthérozoides» Taf. 6, Fig. 25) den Vorgang geschildert und abgebildet hat, — nur die Spitze des sehr langgestreckten Spermatangiums sich abschnürt und zum Spermatium wird. An alten Lamellen von *Martensia* kann man demnach lange Reihen derartiger, mehr oder weniger entleerter Spermatangienmutterzellen beobachten. Die Lamellenzellen selbst haben bereits lange vorher begonnen, Anzeichen der Zerstörung zu zeigen. Schon beim Reifen der ersten Spermatien (Taf. IV, Fig. 1), beginnen die Chromatophoren undeutlich und der ganze Zellinhalt trübe zu werden. Die Lamellen welken ab und aller Wahrscheinlichkeit nach bald auch die ganze männliche Pflanze.

Da ich, wie oben erwähnt, keine lebenden, freien Spermatien beobachtet habe, kann ich mich natürlich nicht darüber äussern, wie viel von der ursprünglichen Spermatangienwand eventuell mit dem Spermatium mitgeht. FALKENBERG's frühere Angabe (SCHENK's Handb. 2, S. 180), dass »ihre Loslösung vom Thallus durch Vergallertung der Aussenschicht der Mutterzellmembran erfolgt, so dass der ganze Plasmakörper der Mutterzelle als ein einziges Spermatium sich ablöst», hat ja vieles, was für sie spricht, da ja hier, wie oben erwähnt, gerade wenigstens auf einem frühzeitigeren Stadium die Aussenwand sich stark verschleimt zeigt. In späteren Stadien ist dagegen keine Schleimschicht zu sehen, obwohl an konserviertem Material die Entscheidung derartiger Fragen stets schwierig ist. Ob demnach das Spermatium nach der Abschnürung ihre Muttermembran, die Spermatangienwand, abwirft, oder ob diese ganz und

gar oder teilweise erhalten bleibt und die Spermatangien demnach sich im Wasser verbreiten, muss daher wegen der Beschaffenheit meines Untersuchungsmaterials eine offene Frage bleiben.

2. Die Spermatangien bei anderen Martensia-Arten.

Die übrigen *Martensia*-Arten ausser *M. fragilis*, von denen ich männliche Individuen habe beobachten können, sind: *M. pavonia* von Westindien, *M. flabelliformis* von Hawaii und *M. elegans* vom Indo-Malayischen Archipel. Von diesen hat mir jedoch nur ein so unbedeutendes Material zur Verfügung gestanden, dass ich betreffs derselben mich mit einer mehr oberflächlichen Untersuchung des Aussehens und der Verteilung der Spermatangien begnügen muss.

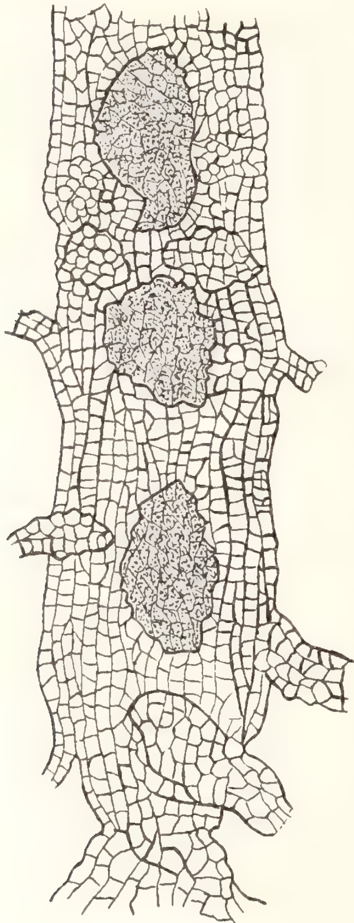


Fig. 49. *M. pavonia* ♂. Lamelle eines männlichen Exemplars mit mehreren, von einander isolierten Spermatangiensori ($\frac{7}{1}$°).

Das Material von *M. pavonia*, das ich von Herrn Dr. Börgesen zur Untersuchung erhalten, bestand aus fertilen männlichen Exemplaren. Andere Arten von Fortpflanzungsorganen als Spermatangien habe ich an den Exemplaren, die mir von dieser Pflanze zur Verfügung gestanden, nicht wahrnehmen können, weshalb ich annehme, dass auch *M. pavonia* diözisch ist.

Ich habe bereits oben über die Verschiedenheiten in dem rein vegetativen Bau bei den beiden Arten *M. fragilis* und *M. pavonia* berichtet, welche Verschiedenheit sich hauptsächlich darin zeigte, dass das Netzwerk relativ viel grösser und höher bei *M. pavonia* war als bei *M. fragilis*. Es ist nun sehr bemerkenswert, dass dieser Verschiedenheit in der Form des Netzwerks auch eine Verschiedenheit in der Verteilung der Spermatangien entspricht. Während bei *M. fragilis* die ganze Seite jeder Lamelle — bis auf eine Randzone — von einem einzigen grossen Spermatangiensorus eingenommen wurde (s. Fig. 47, S. 60), hat dagegen bei *M. pavonia* jede Lamelle auf den Seiten mehrere, von einander mehr oder weniger scharf abgegrenzte Sori (s. Fig. 49). Diese werden als von einander isolierte Flecke auf verschiedenen Punkten der oft 1,5—2 mm langen Lamelle angelegt und gelangen auch gewöhnlich als von einander isolierte Sori zu völliger Reife. Manchmal scheint es jedoch eintreffen zu können, dass gleichsam Brücken von Spermatangiengruppen zwei benachbarte Sori mit einander verbinden (s. Fig. 50). In solchen Fällen zeigt es sich aber sehr deutlich, dass diese vermittelnden Gruppen von Spermatangien zwischen den ursprünglichen Sori der Anlage wie der Entwicklung nach jünger sind. Es geht dies klar aus Fig. 51 hervor,

wo zwei benachbarte, ursprüngliche Sori völlig fertige Spermatangien aufweisen, während ein früheres Teilungsstadium in dem Bande zwischen ihnen beobachtet werden kann. Hinsichtlich des Baues und der Entwicklung der Spermatangien scheint, soweit ich finden kann, kein nennenswerter Unterschied zwischen *M. fragilis* und *M. pavonia* zu bestehn. Die Verschiedenheit zwischen *M. fragilis* und *M. pavonia* bezüglich der Verteilung der Spermatangien ist sehr augenfällig und bildet ein weiteres gutes Unterscheidungsmerkmal zwischen diesen beiden Arten.

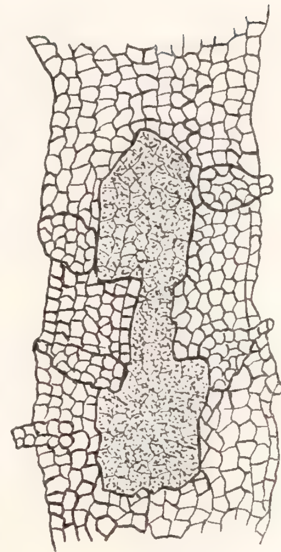


Fig. 50. *M. pavonia* ♂. Lamelle eines männlichen Exemplars mit zwei mit einander verschmelzenden Spermatangiensori ($\frac{70}{1}$).

Von *M. flabelliformis* habe ich das Exemplar untersucht, das als Nr. 407 in Miss J. E. Tilden's Algenexsikkat: »American Algae» verteilt ist. Es erwies sich als reichlich mit Spermatangien versehen und hinsichtlich der Verteilung derselben mit *M. pavonia* übereinstimmend, indem man mehrere von einander distinkte Sori beobachten kann. Wie bei *M. pavonia* können diese bei *M. flabelliformis* die Tendenz zeigen, gleichsam zusammenzufliessen, sie werden aber deutlich getrennt von einander angelegt und bleiben das auch an mehreren Lamellen. Weitere Studien habe ich an den in dem Exsikkat verteilten Präparaten nicht anstellen können.

Was endlich *M. elegans* betrifft, wovon mir das Material der Siboga-Expedition zur Untersuchung vorgelegen hat, so habe ich auch in diesem männliche Exemplare angetroffen. Auch hier geschieht die Anlage der Spermatangien deutlich in getrennten Sori (Fig. 53, S. 68), diese zeigen aber frühzeitig die Tendenz, mehr oder weniger zusammenzufliessen (Fig. 52, S. 68). Wenn nun auch derartige Sori allmählich mehr oder weniger zu einem Ganzen verschmelzen, ist doch jedenfalls das Resultat ein ganz anderes als bei *M. fragilis*, wo von Anfang an nur ein über die ganze Lamellenoberfläche gleichzeitig sich entwickelnder Sorus zur Ausbildung kommt. Die Lamellen der männlichen Pflanze von *M. elegans* haben auch ein anderes Aussehen und einen anderen Bau als bei *M. fragilis* (vgl. Fig. 52, S. 68 und Fig. 47, 60). Sie sind nämlich bei *M. elegans* viel höher, aber schmäler mit relativ groben Querbändern. Bei *M. fragilis* dagegen sind die Lamellen breiter und niedriger mit schmäleren Querbändern, d. h. mit weniger Zellen im Querschnitt.

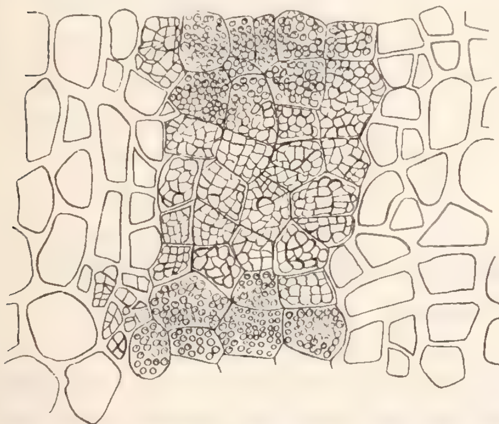


Fig. 51. *M. pavonia* ♂. Lamelle eines männlichen Exemplars mit zwei mit einander verschmelzenden Spermatangiensori. Vgl. im übrigen den Text! ($\frac{300}{1}$)

Diese Verschiedenheit in der Organisation der männlichen Pflanzen und speziell der Lamellen bei *M. fragilis* und *M. elegans* giebt ein gutes Merkmal zur Unterscheidung dieser beiden, einander nahestehenden Arten ab. Von J. G. Agardh ist

sogar ihre Vereinigung in Aussicht gestellt worden, doch ist die Verschiedenheit in der Organisation der männlichen Pflanze und in der Anlage und Entwicklung des Spermatangiensorus bei den beiden Arten zu gross, als dass eine solche Vereinigung, auch wenn keine weiteren Unterscheidungsmerkmale (vgl. S. 27—30!) gefunden würden, noch fernerhin in Frage kommen könnte.

Diese Verschiedenheit der Sorusbildung zwischen *M. fragilis* und den anderen eben geschilderten Arten, besonders der nahverwandten *M. elegans*, dürfte wahrscheinlich mit der verschiedenen Länge der Lamellen in Zusammenhang stehn. Die geringe Höhe des Netzwerks bei *M. fragilis* ist ja das wichtigste Merkmal, das J. G. Agardh als diese Art von *M. elegans* unterscheidend kennt. Es zeugt von Agardh's systematischem Scharfblick, dass eben dieses Merkmal eine sichere Bestätigung als Artmerkmal in der Verschiedenheit der Anordnung der Spermatangien an den Lamellen erhalten hat. Es ist meines Erachtens nicht unwahrscheinlich, dass diese Arten mit sehr langen Lamellen durch interkalares Wachstum derselben ausgezeichnet sind, so dass dann die zersplitterte und sukzessive Anordnung und die Entwicklung der männlichen Geschlechtsorgane hierdurch ihre natürliche Erklärung erhalten. Wie dem auch sei, jedenfalls bildet dieses Merkmal ein sicheres Unterscheidungskennzeichen neben den übrigen zwischen *M. fragilis* einerseits und *M. elegans, pavonia* und *flabelliformis* andererseits.

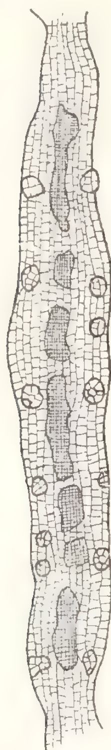


Fig. 52. *M. elegans* ♂. Lamelle eines männlichen Exemplars mit mehreren, von einander isolierten Spermatangiensori ($\frac{70}{1}$).

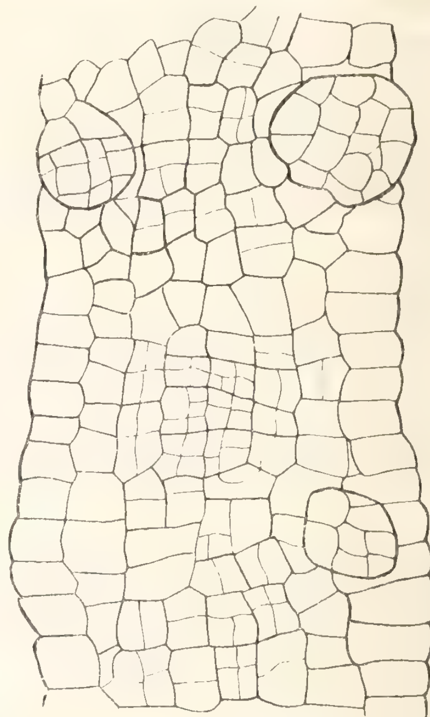


Fig. 53. *M. elegans* ♂. Lamelle eines männlichen Exemplars, die allererste Anlage der Spermatangien zeigend ($\frac{390}{1}$).

3. Vergleich zwischen der Spermatangienentwicklung bei Martensia und anderen Delesseriaceen.

Vergleicht man nun diese Spermatangienentwicklung bei *Martensia*, d. h. eigentlich *M. fragilis*, mit der, welche man von anderen Florideen und besonders Delesseriaceen her kennt, so sei vor allem bemerkt, dass nicht gerade viele im Einzelnen untersuchte Fälle zu wirklichem Vergleich vorliegen dürften.

Was nun zunächst die Delesseriaceen betrifft, so hat bereits Nägeli in seiner Arbeit

»Die neueren Algensysteme» (1847, S. 210, Tab. VII) über die Entwicklung der »Samenzellchen», wie er sagt, bei *Nitophyllum punctatum* berichtet und solche abgebildet. Die Abbildungen sind zwar ziemlich schematisch gehalten, aus dem Bericht aber, soweit Schlüsse daraus zu ziehen sind, geht scheinbar hervor, dass die Spermatienbildung bei *Nitophyllum* völlig mit der bei *Martensia* übereinstimmt. Eine Verschiedenheit besteht natürlich darin, dass bei *Nitophyllum* niemals besondere Organe, netzförmig verbundene Lamellen, wie bei *Martensia* für die Spermatienbildung zur Entwicklung kommen, sondern die Spermatangiensori am gewöhnlichen Spross entstehen. Wie bei *Martensia* teilt sich nämlich bei *Nitophyllum* die einschichtige Zellscheibe in drei Schichten, deren mittlere steril bleibt, während aus den Oberflächenzellen zuerst durch zur Oberfläche senkrechte, dann durch parallele Wände die eigentlichen Spermatangienzellen (»Samenzellchen») abgeteilt werden, oder was nach NÄGELI wahrscheinlicher ist, »in den letzten Zellen sich (in jeder eines) die Samenbläschen bilden». NÄGELI hat auch beobachtet, dass diese Spermatangienzellen, von der Oberfläche aus gesehen, zuerst kantig und mit einem Zellkern (»Pünktchen, Kernchen») versehen, danach kugelförmig sind, wobei der Kern auch grösser wird. Dies stimmt vollständig mit dem Verhältnis bei *Martensia* überein, wo die Kerne in den reifen Spermatangien gleichfalls grösser sind als in den rein vegetativen Zellen, was bereits oben nebst der wahrscheinlichen Ursache dafür angeführt worden ist. Wenn aber NÄGELI weiter gesehen zu haben glaubt, dass dieser Kern in einen dünnen, wandständigen Faden ausläuft, so hat er sich geirrt und durch die vielleicht nicht streng runde, sondern mehr unregelmässige Form des Kerns zu der Annahme verleiten lassen, dass er in einen Faden, eine Art Cilie, ausläuft. Etwas Derartiges kommt jedoch, wie bekannt, bei Florideen überhaupt nicht vor.

Spermatangien bei *Nitophyllum* sind auch von BUFFHAM (»On the Antheridia», 1893, Taf. 13, Fig. 19—21) beobachtet und abgebildet worden, der im wesentlichen NÄGELI's Angaben bestätigt; doch geht ziemlich wahrscheinlich aus dem Bilde BUFFHAMS (Fig. 21) hervor, dass die Spermatienzellen nebst Wand (= Spermatangien) genau so wie bei *Martensia* abgeschnürt werden, dagegen aber nicht so entlassen werden, wie NÄGELI es angab. Bemerkenswert ist, dass die von BUFFHAM beobachtete *Nitophyllum*-Art, *N. Gmelini* PREV., die Tendenz zeigt, die Spermatangienbildung nach ganz besonderen, blattähnlichen Fortsätzen des Thallus zu verlegen, wenn auch Sori in Form länglicher Flecken ausserdem noch an dem Hauptsposs selbst vorkommen.

Dass auch genau derselbe Bau und Entwicklungsgang der Spermatangien bei der von CRAMER untersuchten *Caloglossa Leprieurii* vorkommt, geht aus CRAMER's Beschreibung und Abbildungen dieser Pflanze hervor (CRAMER, a. a. O., S. 9, Taf. III, Fig. 11, 12). Ausführlichere Einzelangaben über die Entwicklung der Spermatien, über das Verhalten der Kerne usw. werden jedoch in der genannten Arbeit nicht geliefert.

Was sonstige Delesseriaceen angeht, so liegen einige Untersuchungen von BUFFHAM (1893, a. a. O.) und KUCKUCK (»Bemerkungen z. mar. Algenveg. v. Helgoland», 1894) über die Spermatangien bei der Gattung *Delesseria* vor. BUFFHAM erwähnt nichts von der Entwicklungsgeschichte, sondern giebt nur Abbildungen und eine Schilderung von dem vollentwickelten Stadium. Er erwähnt ferner nichts von der Art und Weise, wie die Spermatangienbildung vor sich geht, ob die Spermatien (= »the male cells»)

aus einer berstenden Zelle freiwerden, oder ob sie sich abschnüren usw. Nach seinen Zeichnungen aber zu urteilen (a. a. O., Taf. XIV, Fig. 24, 27, 30) und besonders im Hinblick auf die Fig. 30 von *Delesseria sanguinea* ist es ziemlich klar, dass auch hier das Spermatium oder genauer das ganze Spermatangium sich von seiner Mutterzelle abschnürt.

KUCKUCK giebt dagegen (a. a. O., S. 255) von *Delesseria sanguinea* an, dass »jedes Spermatangium durch eine papillenförmige Öffnung der gelatinösen Aussenschicht ein sich kugelig abrundendes Spermatium entlässt. Nunmehr kann die Tragzelle ein neues Spermatangium abgliedern». KUCKUCK liefert kein Bild von dem Vorgang beim Entlassen der Spermatien, wohl aber ein solches von den Spermatangien und ihren »Tragzellen» (a. a. O. Fig. 23, 24). Da KUCKUCK nicht im Einzelnen die Spermatienbildung selbst studiert hat — weder er noch BUFFHAM erwähnen etwas von Zellkernen und ihrem Verhalten — so brauchen vielleicht seine Angaben nicht notwendig mit BUFFHAM's Bildern und meinen Beobachtungen an *Martensia* in Widerspruch zu stehn. Dass, wie KUCKUCK angiebt, eine papillenförmige Öffnung in der gelatinösen Aussenschicht sich bildet, braucht nicht durchaus zu bedeuten, dass die ganze Spermatangienwand birst. Bei dem Abschnürungsprozess eines scheitelständigen Spermatangiums muss dieses natürlich stets aus der dicken, verschleimten Aussenschicht freiwerden und herauskommen (vgl. hierzu FALKENBERG's bereits oben S. 65 angeführten Bericht über das Freiwerden der Spermatien in SCHENK's Handb. 2, S. 180), und dass es dabei leicht aussehen kann, als wenn ein Loch in der ursprünglichen Spermatangienwand sich bildet, obwohl vielleicht das Spermatangium selbst nach Verschleimung der Aussenwand in Wirklichkeit sich abschnürt, ist ja klar. KUCKUCK hat, wie gesagt, keine Abbildung davon gegeben, wie die Spermatien aus einem sich öffnenden Spermatangium entlassen werden, während andererseits BUFFHAM ein gutes Bild liefert, das deutlich eine Abschnürung ganz wie bei *Martensia* zeigt. Da jedenfalls stets eine Verschleimung der äusseren Spermatangienwand eintritt, ist eine sichere Entscheidung, ob eine Abschnürung oder eine Entlassung der Spermatien aus einem sich öffnenden Spermatangium stattfindet, schwierig. Im Hinblick auf meine Beobachtungen an *Martensia*, verglichen mit BUFFHAM's Bildern, scheint es mir jedoch ziemlich sicher, dass — trotz KUCKUCK's gegenteiliger Behauptung — tatsächlich die Spermatangien mit ihren Spermatien bei der Gattung *Delesseria* durch einen Abschnürungsprozess freiwerden.

Jedenfalls hat KUCKUCK bei *Delesseria* beobachtet, dass eine Fortsetzung der Spermatienbildung möglich ist, derart dass wie KUCKUCK angiebt, »die Tragzelle ein neues Spermatangium abgliedern kann». Demnach derselbe Prozess, wie ich ihn bei *Martensia fragilis* beobachtet habe.

Aus dem, was man bisher von der Spermatienbildung der Delesseriaceen weiss, dürfte also hervorgehn, dass diese innerhalb der Gruppe als sehr gleichförmig anzusehen ist.

Besonders bemerkenswert ist es, dass, wenn auch, wie bei *Martensia*, die Pflanze im übrigen durch interkalare Teilungen aufgebaut wird, wie das bei der ganzen Gruppe *Nitophylleae* der Fall ist, doch die Spermatangien selbst das Resultat eines Schei-

telwachstums sind. Interkalar werden zwar die Zellen bei den ersten einleitenden Teilungen bei der Spermatangienbildung abgegliedert, wenn aber die einkernigen Zellen einmal gebildet worden sind, nehmen sie weiter durch Scheitelwachstum zu und gliedern die Spermatangien an den Spitzen ab. SCHMITZ' Regel, dass die Spermatangien stets spitzenständige Zweigzellen sind, trifft also auch auf *Martensia* trotz ihres so charakteristischen interkalaren Aufbaues im übrigen zu. Es ist dies besonders zu betonen.

4. Vergleich zwischen der Spermatienbildung bei Martensia und anderen Florideen. Die Frage der Terminologie.

Bei einem Vergleich zwischen der Spermatienbildung bei *Martensia* und bei anderen Florideen sei zunächst auf die Übereinstimmung mit anderen untersuchten Gattungen mit mehrkernigen vegetativen Zellen in der Beziehung hingewiesen, dass die Spermatangien selbst stets einkernig sind. SCHMITZ, dessen Untersuchungen über die Histologie der Algen auf diesem wie auf so vielen anderen Gebieten bahnbrechend sind, ist auch der, welcher zuerst das Vorkommen der Zellkerne bei den Florideen untersucht hat. Er giebt auch (»Untersuchungen über die Zellkerne der Thallophyten» 1880) an, dass trotz der verschiedenen Anzahl Kerne, die er in den vegetativen Zellen bei Florideen beobachtet hat, in den Geschlechtszellen doch von ihrer ersten Anlage an stets nur ein Kern vorkommt. Schon NÄGELI hatte ja auch einen Kern (»Pünktchen») bei den »Samenzellchen» von *Nitophyllum* beobachtet. Dabei ist jedoch zu bemerken, dass ganz sicher die zahlreichen Kerne der vegetativen Zellen ihm unbekannt geblieben sind.

Nach DAVIS hat auch *Champia parvula* eine wechselnde Anzahl Kerne in den vegetativen Zellen, die Spermatangien aber und möglicherweise auch die Spermatangienmutterzellen (»filaments which arise in branching clusters from the thallus cells») sind einkernig, wie das wenigstens mit Wahrscheinlichkeit aus seinen Bildern hervorgeht (»The Developm. of the Cystocarp of Cham. parvula, Harv.», Pl. VII, 2).

Dass SCHMITZ' Regel jedoch nicht ohne wesentliche Modifikationen auf *Martensia* zutrifft, glaube ich im Vorhergehenden gezeigt zu haben, da ja sowohl die frühesten Anlagen wie auch die Spermatangienmutterzelle mehrkernig sind. Wie es im Einzelnen zugeht, dass aus vielkernigen vegetativen Florideenzellen einkernige Spermatangien sich ausbilden, darüber liegen jedoch bisher nur die Untersuchungen über *Martensia fragilis* vor, über die ich eben berichtet habe. Alle die eingehenden histologischen Untersuchungen über die Spermatienbildung im übrigen, die von BRANNON, GUIGNARD, OSTERHOUT, SCHMIDLE, WILLE, WOLFVE, YAMANOUCHI u. a. veröffentlicht worden sind, beziehen sich nämlich ausschliesslich auf Florideen, bei denen auch die vegetativen Zellen einkernig sind.

Betreffs der Kernanzahl im Spermatium selbst liegen in der Litteratur verschiedene Angaben vor, indem das Spermatium von gewissen Autoren als einkernig, von anderen

als zweikernig beschrieben wird. Die Erklärung für diese einander widersprechenden Angaben ergiebt sich aus SCHMIDLE's und WOLFE's Beobachtungen an *Batrachospermum* und *Nemalion*, dass nämlich die Spermatien bei ihrer Entlassung aus der Mutterpflanze einkernig sind, dagegen aber bei der Ankunft am Trichogyn entweder bereits zweikernig sind oder es dann werden, was WOLFE Anlass zu dem sehr richtigen Hinweis gegeben hat, dass das »Spermatium» an und für sich nicht als ein sexuelles Element anzusehen, sondern eher etwa mit einer Art Antheridium zu analogisieren sei.

Hiermit steht man nun bei der schwierigen Frage nach der Terminologie der männlichen Organe bei den Florideen. Der Diskussion dieser Frage muss indessen ein Vergleich zwischen den verschiedenen Entwicklungsweisen der Spermatien bei den Florideen vorausgehn, ein Kapitel, das ausser von DERBÈS, SOLIER, THURET und BORNET in letzter Zeit besonders von SCHMITZ, GUIGNARD und OLTMANNS behandelt worden ist.

SCHMITZ stellte betreffs der Entwicklung der Spermatangien die Regel auf, dass sie sich stets aus scheitelständigen Oberflächenzellen entwickeln. Diese Regel ist später stets als stichhaltig befunden worden, auch in den Fällen, wo die Spermatangien in Ketten ausgebildet werden (*Melobesia* u. a.), denn die Ausbildung dieser letzteren geschieht stets bis zu einem gewissen Grade sukzessiv und ist demnach völlig mit dem gewöhnlicheren Fall vergleichbar, dass ein neues Spermatangium an der Stelle herauswächst, wo ein altes gesessen hat. Diese Beobachtung SCHMITZ' über die Bildungsart der Spermatangien dürfte also als ausnahmslose, wichtige Regel gelten.

GUIGNARD war nun zwar andererseits in einigen Fällen zu einem anderen Resultat gekommen, indem er glaubte, für die Spermatangienentwicklung der Florideen zwei Typen aufstellen zu können: der eine, wo das Spermatangium, oder nach seiner Terminologie das »Antheridium», direkt aus einer vegetativen Zelle, »cellule du thalle», die zur »cellule anthéridifère» wird, herauswächst, der andere, wo die Spermatangien als das Resultat wiederholter Teilungen aus der Zelle entstehen, die aus der »cellule anthéridifère» herauswächst. Im letzteren Falle können das Resultat Spermatangien sein, die in Tetraden (*Polyides*) oder in Ketten zu zwei (*Pterocladia*), vier (*Hypnea*) oder mehr (*Melobesia*) Spermatangien vereinigt sind. SCHMITZ wies nun nach, dass betreffs *Polyides* eine fehlerhafte Beobachtung vorlag, und was die übrigen betrifft, so ginge es wohl aus Gründen, wie wir sie oben angeführt haben, an, sie unter die von SCHMITZ aufgestellte Regel einzuordnen.

Halten wir aber auch an dieser generellen Regel fest, so lassen sich gleichwohl unzweifelhaft eine ganze Reihe verschiedener Typen für die Spermatangienentwicklung der Florideen aufstellen. Hierbei muss man, scheint es mir, besonders Gewicht auf das Vorkommen und die verschiedene Ausbildung der Zelle legen, welche GUIGNARD »la cellule anthéridifère» genannt hat, d. h. der Zelle, aus welcher das Spermatangium sich direkt herausbildet, welche Zelle in der deutschen Litteratur gewöhnlich »Tragzelle» (SCHMITZ, KUCKUCK) oder »Trägerzelle» (ZERLANG), in der englischen »sperm mother cell» (YAMANOUCHI) genannt wird und für die ich im Obigen (S. 64) die Bezeichnung Spermatangienmutterzelle gebraucht habe.

Ich will nun zunächst über die wichtigsten Typen hinsichtlich des Grades der Entwicklung dieser Spermatangienmutterzelle berichten.

Am einfachsten gestalten sich die Verhältnisse bei Formen wie *Nemalion, Batrachospermum* (Fig. 54, 1) und ähnlichen Florideen, bei denen die einzelnen Zellfäden nicht zu einem kompakten Gewebe fest verbunden sind. Hier wird das Spermatangium an den Zweigspitzen als Ausbuchtung aus einer gewöhnlichen vegetativen Zelle gebildet. Nicht nur diese Zelle hat Chromatophoren, sondern auch das Spermatangium selbst ist in seiner Jugend mit einem deutlichen Chromatophor versehen, der jedoch im Laufe der Entwicklung erst körnig wird, dann zerfällt und schliesslich verschwindet, so dass das reife Spermatangium farblos ist und keine Spur von einem Chromatophor zeigt. Die ganze Entwicklung deutet darauf hin, dass eine vegetative Zelle gleichsam direkt in ein Spermatangium umgewandelt worden ist, und die Spermatangienmutterzelle weicht in keiner Hinsicht von den übrigen vegetativen, assimilierenden Zellen ab. Das Ganze ist also ein sehr einfacher und ursprünglicher Spermatangienbildungstypus.

Komplizierter wird das Verhältnis, wenn die Spermatangienmutterzelle sowohl der Form als dem Inhalt nach von den übrigen vegetativen Zellen abweicht.

Bei *Martensia* z. B. werden von den beträchtlich grossen vegetativen Zellen sukzessiv immer kleinere abgegliedert, die früher oder später zu Spermatangienmutterzellen werden. Schon bei diesen ersten Teilungen werden die Chromatophoren, die eventuell in die zuerst abgegliederten Zellen mit hineingekommen sind, desorganisiert, so dass nicht einmal eine Spur von Chromatophoren in der Spermatangienmutterzelle, viel weniger denn im Spermatangium selbst wahrzunehmen ist. Die Spermatangienmutterzelle (Fig. 54, 2), selbst unverzweigt, d. h. keine anderen Spermatangienmutterzellen bildend, bringt gleichzeitig immer nur ein Spermatangium zur Entwicklung, ihr Zellkern aber teilt sich unmittelbar nach der Bildung des ersten Spermatangiums, und nachdem dieses abgeschnürt worden, kommt die Reihe an den nächsten Kern, der durch eine Wand abgeteilt und zum Spermatangium Nr. 2 wird usw. Wahrscheinlich werden wenigstens bei *Martensia*, nicht mehr als zwei Spermatangien gebildet, theoretisch gesehen könnte aber natürlich die Spermatangienabschnürung beliebig lange fortgehn. Diesem *Martensia*-Typus gehören mit aller Sicherheit eine Menge anderer Delesseriaceen sowie auch die Gattung *Rhodymenia* an.

Der Übergang von diesem Typus zu dem, der z. B. von *Melobesia* (Fig. 54, 3) vertreten wird, ist nicht schwer aufzufinden. Wenn z. B. bei *Martensia* der Kern der Spermatangiummutterzelle sich sukzessiv wiederholt teilte, bevor ein einziges Spermatangium abgeschnürt würde oder auch nur definitiv sich von den anderen durch eigene Wand absonderte, dieses vielmehr später gleichzeitig geschähe, dann hätten wir eben den *Melobesia*-Typus. Natürlich lässt sich eine derartige Bildung auch — wie GUIGNARD das annimmt — als in der Weise entstanden denken, dass alle Kerne in der »cellule anthéridifère» wiederholte Zweiteilung erfahren haben. SCHMITZ hat jedoch darauf hingewiesen, dass die Teilung sukzessiv in basipetaler Reihenfolge geschieht, und die Analogie mit *Martensia* und anderen Gattungen, wo neue Spermatangien sukzessiv nach den alten gebildet werden, ist da augenfällig.

Andererseits dürfte der *Martensia*-Typus sich auch nicht viel von dem unterscheiden, der von *Odonthalia* (Fig. 54, 4) vertreten wird. Der Unterschied scheint darin zu



Fig, 54. Verschiedene Typen von Spermatangien: 1. *Batrachospermum* (nach DAVIS; $\frac{1600}{1}$); 2. *Martensia* (Orginal; $\frac{1000}{1}$); 3. *Melobesia* (nach GUIGNARD; $\frac{950}{1}$); 4. *Odonthalia* (nach BUFFHAM; $\frac{800}{1}$); 5. *Chondria* (nach GUIGNARD; $\frac{920}{1}$); 6. *Corallina* (nach GUIGNARD; $\frac{630}{1}$); 7. *Polysiphonia* (nach YAMANOUCHI); 8. *Polysiphonia* (nach YAMANOUCHI); 9. *Wrangelia* (nach ZERLANG; $\frac{600}{1}$); 10. *Champia* (nach DAVIS; $\frac{975}{1}$); 11. *Gigartina* (nach BUFFHAM; $\frac{400}{1}$); 12. *Polyides* (nach THURET und BORNET) $\frac{250}{1}$); 13. *Polyides* (nach GUIGNARD; $\frac{630}{1}$).

liegen, dass hier die Spermatangienmutterzellen von einer gemeinsamen »Trägerzelle» herstammen und mit ihr zusammenhängen. Die Spermatangienmutterzellen scheinen daher in Gruppen gebildet zu sein.

Einen entschieden abweichenden Typus stellt dagegen z. B. *Chondria* (Fig. 54, 5) dar. Der Unterschied besteht darin, dass die Spermatangienmutterzelle gleichzeitig mehrere Spermatangien abschnüren kann, ohne dass diese dann in einer Reihe liegen. Sie werden stattdessen neben einander abgeschnürt. Auch hier scheint die Abschnürung wenigstens teilweise sukzessiv zu geschehen. Die Spermatangienmutterzelle ist in diesem Fall ziemlich breit. Diesem Typus scheint auch *Ceramium* nach H. E. PETERSEN (»Danske arter af slægten Ceramium», 1908, Fig. 1) anzugehören. Etwas abweichend, obwohl nicht weit abstehend scheint *Corallina* zu sein, die dadurch charakterisiert ist, dass nur der obere Teil des Spermatangiums zum Spermatium, der untere zum Stiel wird (Fig. 54, 6).

Ein dem ersteren gleichfalls sehr nahestehender Typus ist der *Polysiphonia*-Typus (Fig. 54, 7, 8), ausgezeichnet dadurch, dass die Spermatangien nach den Seiten zu von der in eine lange Spitze ausgezogenen Spermatangienmutterzelle abgeschnürt werden. Spermatangien scheinen hierbei nicht sehr zahlreich abgeschnürt zu werden, gewöhnlich nur zwei. Zum *Polysiphonia*-Typus gehört auch *Wrangelia* (Fig. 54, 9).

Von den übrigen Typen weiter abstehend sind schliesslich Formen wie *Champia* (Fig. 54, 10), *Gigartina* (Fig. 54, 11) u. a. Hier sind die Spermatangienmutterzellen selbst reich verzweigt, d. h. sie bilden nicht nur Spermatangien, sondern auch Mutterzellen zu Spermatangien aus. Diese Zellen, die ein von den übrigen vegetativen Zellen sehr abweichendes Aussehen besitzen, bilden daher ganze kleine Zweigsysteme für sich, an deren Spitzen die Spermatangien sich bilden. Am besten bekannt und abgebildet von den Vertretern dieses Typus ist *Champia* (Fig. 54, 10). Nach BUFFHAM's Bildern aber zu urteilen, dürfte auch *Gigartina* (Fig. 54, 11) hierhergehören, gleichwie auch *Choreocolax* nach SCHMITZ' Abbildung.

Am weitesten steht dagegen unzweifelhaft *Polyides* (Fig. 54, 12, 13) ab, welche eine Art ganze Nemathecien von langen Fäden (= »Trägerzellen») ausbildet, aus denen sich direkt die Spermatangienmutterzellen entwickeln; diese ähneln dann der Form und dem Inhalt nach in dem Grade den Spermatien selbst, dass GUIGNARD sie für solche genommen hat. SCHMITZ hat jedoch den Nachweis geführt, dass sie das nicht sind, sondern dass sie als Spermatangienmutterzellen aufzufassen sind.

Bei einer Prüfung der eingehender untersuchten Fälle von Spermatangienbildung bei den Florideen zeigt es sich demnach, dass eine ganze Reihe verschiedener Typen aufgestellt werden können, Und hierbei spielt eben die Zelle, die direkt das Spermatangium abschnürt, und die ich Spermatangienmutterzelle genannt habe, eine wichtige Rolle. Der Grad ihrer Entwicklung, d. h. ihre grössere oder geringere Differenzierung, die Art, wie sie die Spermatangien abschnürt, entweder gleichzeitig oder sukzessiv, von demselben oder von verschiedenen Punkten aus, bilden die Merkmale, auf welche die verschiedenen Typen gegründet sind.

Im Folgenden will ich versuchen, eine schematische Übersicht über diese von mir unterschiedenen Typen der Spermatangienbildung bei den Florideen zu geben. Hierzu sei nur noch bemerkt, dass bisher verhältnismässig so wenige Fälle von der Sper-

matangienbildung der Florideen sicher histologisch untersucht sind, dass weitgehendere Schlüsse betreffs Verwandtschaft, Phylogenie usw. daraus nicht zu ziehen sind. Doch ist die Ähnlichkeit in der Entwicklung bei gewissen Gruppen, wie z. B. den Delesseriaceen, so augenfällig, dass man jedenfalls aus einem Studium der Spermatangienbildung bei den Florideen gute Beiträge zur Lösung von Fragen bezüglich der Verwandtschaftsverhältnisse innerhalb dieser Gruppe erwarten darf.[1]

Ich teile nunmehr in einem übersichtlichen Schema die Typen mit, die ich bisher unterscheiden zu können geglaubt habe:

I. Spermatangienmutterzelle weder der Form noch dem Inhalt nach von den übrigen vegetativen Zellen abweichend. Nicht nur die Spermatangienmutterzelle, sondern auch das Spermatangium selbst im jungen Stadium mit Chromatophoren. — — — — — — — — — — — *Nemalion*, *Batrachospermum* (Fig. 54, 1).

II. Spermatangienmutterzelle der Form wie dem Inhalt nach deutlich von den übrigen vegetativen Zellen abweichend. Spermatangienmutterzelle und Spermatangium ohne Chromatophoren auch im jungen Stadium.

A) Spermatangienmutterzellen einfach, nicht Zweigsysteme bildend.

1. Die Spermatangienmutterzelle bildet die Spermatangien entweder sukzessiv von demselben Punkt aus oder auch sämtliche auf einmal in einer Reihe.

a) Nur ein Spermatangium wird auf einmal zur Reife gebracht. Sukzessiv können jedoch mehrere abgeschnürt werden.

† Besonders ausgebildete »Trägerzellen« fehlen.— — — — {*Martensia* (Fig. 54, 2), *Delesseria*, *Nitophyllum*, *Rhodymenia*.

†† Spermatangienmutterzellen in Gruppen von 4, jede Gruppe aus einer gemeinsamen »Trägerzelle« herauswachsend. — — — — — — — — *Odonthalia* (Fig 54, 4), *Chylocladia*, *Halymenia*.

b) Sämtliche Spermatangien auf einmal in einer Reihe ausgebildet.[2]— — — {*Melobesia* (Fig. 54, 3), *Hypnea*, *Peyssonelia*.

2. Die Spermatangienmutterzelle bildet mehrere Spermatangien (gleichzeitig oder sukzessiv) von verschiedenen Punkten aus, niemals aber mehrere in einer Reihe von derselben Stelle aus.

a) Spermatangienmutterzelle isodiametrisch, gleichzeitig mehrere (oft mehr als zwei) Spermatangien neben einander abgliedernd.

† Der ganze Inhalt des Spermatangiums wird zum Spermatium. — *Chondria* (Fig. 54, 5), *Ceramium*.

†† Nur der obere Teil des Spermatangiums wird zum Spermatium, der untere bildet sich zu einem Stiel aus. — — — — — — — — — — — — — — — — — — *Corallina* (Fig. 54, 6).

b) Spermatangienmutterzelle spitz ausgezogen, nach den Seiten hin an verschiedenen Punkten 1—mehrere Spermatangien abgliedernd. — *Wrangelia* (Fig. 54, 9), *Naccaria*, *Polysiphonia* (Fig 54, 7, 8).

B) Spermatangienmutterzellen mehr oder weniger verzweigt, besondere Zweigsysteme bildend.

1. Besondere »Trägerzellen« in Nemathecien werden nicht ausgebildet. — {*Champia* (Fig. 54, 10), *Gigartina* (Fig. 54, 11), *Choreocolax*.

2. Die Spermatangienmutterzellen — nicht immer verzweigt — werden an stielartigen, langen Trägerzellen ausgebildet, welche zusammen Gruppen (= Nemathecien) bilden. — *Polyides* (Fig. 54, 12, 13).

[1] In diesem Zusammenhang kann ich nicht umhin, auf THAXTER's Bemerkung hinzuweisen, dass bei den Laboulbeniaceen, welche eigentümliche Pilzgruppe ja so viele Homologien mit den Florideen im übrigen bietet, die männlichen Organe gerade die beste, in vielen Fällen die einzige sichere Grundlage zur Systematik der Gruppen und Gattungen liefern.

[2] Wie SCHMITZ nachgewiesen hat, finden jedoch die Kernteilungen sukzessiv statt!

So erübrigt es denn schliesslich, die Frage nach der Terminologie zu erörtern. OLTMANNS hat in seiner grossen Algenarbeit (I, S. 668) diese Frage diskutiert und ist zu dem Resultat gekommen, dass die männlichen Organe bei den Florideen als Antheridien zu bezeichnen seien. Dabei ist jedoch zu beachten, dass das Florideenantheridium in OLTMANNS' Sinne sich nicht mit dem deckt, was damit gemeint war, als C. A. AGARDH 1828 zum erstenmal den fraglichen Ausdruck auch für Florideen einführte (»Species Algarum», II, 1, S. 57). OLTMANNS' Antheridium ist genau dasselbe wie SCHMITZ' Spermatangium, d. h. es ist damit eben die Zelle gemeint, in welcher das Spermatium gebildet wird, und diese Benennung ist für Florideen bereits von SOLMS-LAUBACH angewandt worden. Dass C. A. AGARDH's Bezeichnung Antheridium für die ganze Gruppe von männlichen Organen (wie z. B. bei *Polysiphonia*) ungeeignet ist, geht ohne weiteres daraus hervor, dass die Homologie mit anderen Gruppen, wo der Name Antheridium benutzt wird, dabei völlig unberücksichtigt bleibt oder gestört wird. C. A. AGARDH's Antheridium ist ja, wie GOEBEL betont, ein ganzer Sorus von männlichen Organen oder, nach OLTMANNS' Terminologie, ein Antheridienstand. Eigentümlicherweise behielt SCHMITZ, als er seinen Ausdruck »Spermatangium» einführte, auch den Ausdruck »Antheridium» bei und definierte es als »grössere oder kleinere Gruppe von Spermatangien und Tragzellen der Spermatangien, soweit sich diese Gruppen selbständig am Thallus der Mutterpflanze abheben» (»Kleinere Beiträge zur Kenntnis der Florideen» II, S. 6, Anm. 2), also ungefähr ein Antheridium in C. A. AGARDH's Stil.

Unzweifelhaft hat OLTMANNS' Terminologie das grosse Verdienst, konsequent und klar zu sein. Eines besonderen Ausdrucks für die grösseren oder kleineren, schärfer oder vager begrenzten Gruppen männlicher Organe bedarf es ja gar nicht, sie sind vielmehr ganz einfach »Sori», Gruppen o. dgl. zu benennen. Antheridium nach C. A. AGARDH's und SCHMITZ' Definition ist demnach ohne weiteres zu verwerfen. Es fragt sich nun aber: ist es in dem OLTMANNS'schen Umfange beizubehalten? Zweifellos spielt es ja für den Ausdruck »Antheridium» eine untergeordnete Rolle, ob die darin erzeugten männlichen Körper der Anzahl nach mehr oder weniger oder geradezu nur in der Einzahl, wie z. B. bei *Coleochaete*, vorhanden sind. Darin hat OLTMANNS unbestreitbar recht. Prüft man aber die Bildungsweise der männlichen Organe bei den Florideen, so ergiebt sich doch jedenfalls, dass sie von allen Antheridienbildungen, die man bisher kennt, in dem Grade abweicht, dass es unerlässlich erscheint, für sie eine eigene Bezeichnung zu wählen. Diese wiederholte sukzessive Abschnürung von Zellen, die in sich den männlichen Körper erzeugen, von einer gemeinsamen Mutterzelle ist doch etwas, wozu Entsprechendes sich nur bei den *Laboulbeniaceen* findet, wenn man sie nun nicht geradezu mit der Basidiosporen- oder Konidienabschnürung der Pilze vergleichen will. Die gemeinsame Mutterzelle spielt ja hier auch eine äusserst wichtige Rolle, da es ihr Kern ist, aus dem durch wiederholte Teilungen die männlichen Körper entstehen, wenn diese auch erst als Zellen für sich begrenzt werden, ehe sie die Mutterzelle verlassen. Es fragt sich geradezu, ob nicht der Ausdruck »Antheridium» — wenn er nun durchaus beibehalten werden soll — dann vielleicht besser eben für diese Mutterzelle zu reservieren wäre, denn sie ist es ja, die weiterlebt, auch nachdem das erste Spermatangium gebildet

und entlassen worden ist. Diese Spermatangienmutterzelle spielt bei der Bildung der Spermatien also dieselbe Rolle wie die Sterigmen bei der Conidienbildung der Pilze. Die Bildung der männlichen Organe und der männlichen Körper bei den Florideen kann auch, wie eben SCHMITZ betont hat, aus dem für die Florideen in ihrer Gesamtheit so charakteristischen Scheitelwachstum hergeleitet werden, und dabei spielt eben die obenerwähnte Mutterzelle die Rolle als die Zelle, die dieses Spitzenwachstum fortsetzt und erhält, welches hier in der Bildung neuer männlicher Körper resultiert. Etwas Entsprechendes hierzu im Bau und in der Arbeitsweise von Antheridien bei anderen Algengruppen — oder überhaupt bei einer anderen Pflanzengruppe, mit Ausnahme der Laboulbeniaceen — findet sich überhaupt nicht. Zunächst könnte man da wohl an die gewöhnlichen Durchwachsungen der Sporangien denken, wie sie bei Fucoideen vorkommen, hier bildet sich dann aber ein ganz neues Sporangium an Stelle des alten, eine Erscheinung, die zwar eine gewisse äussere Ähnlichkeit mit dieser wiederholt sukzessiven Abschnürung einer Zelle jedesmal, die dann mehr oder weniger direkt zum männlichen Organ wird, aufweist, doch aber keinesfalls damit homologisiert werden kann.

Es kann daher meines Erachtens nicht gut ein so genereller Name wie Antheridium für diese eigentümlichen männlichen Organe der Florideen beibehalten werden. Dagegen scheinen mir gute Gründe für die Beibehaltung der SCHMITZ'schen Terminologie in dieser Hinsicht zu sprechen. Unter Spermatangium verstand SCHMITZ eben die einzelne Zelle, die durch Spitzenwachstum in der Spitze zu der direkt spermatiumführenden Zelle ausgebildet und abgeschnürt wurde, d. h. der Zelle, die zum »Angos» des Spermatiums (= Spermatangium, analog zu Sporangium) wurde. Dass das Spitzenwachstum auch bei *Martensia*, trotz ihres im übrigen interkalaren Aufbaues, vorliegt, ist auch ja bereits als höchst bemerkenswert angeführt worden, und dieser Umstand bestätigt noch weiter die Richtigkeit der von SCHMITZ gemachten Beobachtung und aufgestellten Regel. SCHMITZ' Terminologie ist daher zweckmässigerweise beizubehalten, wie ich mich denn auch im Obigen ihrer bedient habe.

Es scheint mir aber, dass darüber hinaus noch ein besonderer Name für die Zelle reserviert werden muss, aus welcher das Spermatangium entsteht, um so mehr, als ja diese Zelle, wie oben erwähnt, innerhalb verschiedener Gruppen sowohl ein charakteristisches Aussehen aufweist, als auch sich verschieden verhält. Ich schlage vor, sie, wie ich es oben getan, Spermatangienmutterzelle zu nennen, da sie ja direkt die einzelnen Spermatangien abgliedert. Das Wort »Tragzelle», das SCHMITZ verwendet, ist weniger geeignet, teils weil es an und für sich so wenig sagt, teils auch als Benennung für die Zelle angewandt worden ist, welche die Spermatangienmutterzelle trägt, d. h. für das, was YAMANOUCHI »stalk cell» nennt. Spermatangienmutterzelle ist dagegen ein Ausdruck, der deutlich und klar ist und nicht missverstanden werden kann.

In der englischen und französischen Litteratur kommen einige Ausdrücke vor, deren Verhältnis zu der von mir oben angewandten Terminologie hier mit ein paar Worten berührt werden möge.

Die Spermatien und Spermatangien werden so z. B. von YAMANOUCHI ganz einfach »sperms» genannt, d. h. eine scharfe Grenze wird zwischen dem Inhalt selbst (Sperma-

tium) und der Zelle (Spermatangium), die ihn bildet, nicht gezogen. »Sperm mother cell» wird demgemäss konsequent die Spermatangienmutterzelle genannt, und wenn, wie bei *Polysiphonia*, zwischen diese und die vegetative Achse noch eine vegetative Zelle sich einschiebt, wird sie »stalk cell» genannt.

Nach einer anderen Terminologie, der man auch in der englischen Litteratur begegnet, wird das Spermatium selbst »antherozoid» und das Spermatangium dann »antheridium» genannt. Diese Ausdrücke wendet auch THAXTER für die Laboulbeniaceen bei den entsprechenden Organen an. Aus Gründen, die bereits oben angeführt worden sind — besonders wegen der sukzessiven Abschnürung — meine ich jedoch, dass dieser Ausdruck auch für die Florideen nicht beizubehalten ist.

Die französische Nomenklatur, z. B. nach GUIGNARD, verwendet den Ausdruck »anthéridie» entsprechend SCHMITZ' »Spermatangium», das Spermatium wird aber »pollinide» genannt. Die Spermatangienmutterzelle wird dann sehr konsequent als »cellule anthéridifère» bezeichnet.

Schliesslich seien noch einigen Worten ein paar andere Ausdrücke für die männlichen Organe der Florideen, die in der algologischen Litteratur vorkommen, behandelt. So z. B. nennt WARMING (»Den systematiske Botanik» 3. Aufl. 1891) die Zellen, in denen die Spermatien gebildet werden, »Spermogonien», welche gruppenweise stehen und dann »Antheridien» bilden. Dass Antheridium in dieser Bedeutung eine unzweckmässige Bezeichnung ist, habe ich bereits oben dargelegt. Der Ausdruck »Spermogon» für die männlichen Organe der Florideen ist auch von KJELLMAN angewandt worden, z. B. in »Floridé-slägtet Galaxaura, dess Organografi och Systematik» (1900). Gegen diese Bezeichnung ist anzuführen, dass sie natürlich an und für sich völlig anwendbar ist — sie deckt ja vollständig den Begriff Spermatangium (SCHMITZ) — aber dieser letzter Ausdruck ist, abgesehen von bereits oben angeführten Gründen, auch deshalb vorzuziehen, weil der Ausdruck »Spermogon» ursprünglich dazu gebraucht worden ist, um gewisse, ihrer Natur nach nicht völlig klargestellte Organe bei gewissen Pilzen und Flechten zu bezeichnen. Solange diese wirkliche Natur dieser Organe in Dunkel gehüllt und demnach die Homologie mit den Organen anderer Gruppen unsicher ist, ist meines Erachtens der Name Spermogen für das zu reservieren, was bei diesen Pflanzengruppen damit bezeichnet wurde, als der Ausdruck zum erstenmal gebraucht wurde. Auch auf dem Gebiete der Terminologie sollte ja die Regel gelten, dass Bezeichnungen nicht willkürlich geändert werden dürfen!

Endlich hat PETERSEN in seiner Abhandlung über die dänischen *Ceramium*-Arten die Bezeichnung »Spermatienmutterzelle» (auf Dänisch »Spermatiemodercell», auf Französisch »cellule mère de pollinides») vorgeschlagen. Auch dieser Ausdruck entspricht völlig dem bereits von SCHMITZ angewandten Ausdruck Spermatangium und ist schon aus diesem Grunde ziemlich überflüssig. Ausserdem aber könnte dieser Ausdruck leicht eine Verwechslung mit dem zur Folge haben, was YAMANOUCHI auf englisch »sperm mother cell» und GUIGNARD »la cellule anthéridifère» genannt haben, und was meiner Ansicht nach eben richtiger als Spermatangienmutterzelle zu bezeichnen ist. Es ist dies ja etwas ganz anderes, nämlich die Zelle, von welcher PETERSEN's »Spermatienmutterzellen» auswachsen, und für welche PETERSEN

keine besondere Bezeichnung hat. Aus diesen Gründen scheint mir der Ausdruck »Spermatienmutterzelle» — wenn auch natürlich an und für sich richtig gedacht und richtig gebildet — weniger geeignet und vor allem ziemlich entbehrlich.

Ich halte es also aus bereits erwähnten Gründen für das Zweckmässigste, SCHMITZ' Ausdruck Spermatangium für die Zelle, die das Spermatium erzeugt, beizubehalten. Spermatangienmutterzelle nenne ich dagegen die Zelle, aus welcher die Spermatangien entstehen.

Diese Terminologie scheint mir nämlich nicht nur durch histologische Gründe, sondern auch durch das Gesetz der Priorität wohlgestützt zu sein, da ja unzweifelhaft SCHMITZ der erste gewesen ist, der auf die histologisch gleichförmige Entwicklung der männlichen Organe aller Florideen hingewiesen hat, so dass ihm also eine gewisse Priorität bezüglich des Spermatangiumbegriffs selbst, recht verstanden, zugesprochen werden muss. Auch dies ist ja ein weiterer Grund, der bei der Festsetzung botanischer wissenschaftlicher Terminologie nicht völlig übersehen werden darf.

IV. Das Cystokarp.

Die Cystokarpien bei *Martensia* werden — soweit bisher bekannt — nur auf dem Netzwerk und genauer bestimmt auf den Rändern der Lamellen entwickelt, wo sie ziemlich grosse, leicht in die Augen fallende, kugelförmige Anschwellungen bilden. Sie finden sich bereits auf dem ersten Bild von *Martensia* (*M. elegans*) abgebildet, das von Krauss-Hering in Flora (1844. Taf. II, Fig. 3 a—d) veröffentlicht wurde.

Zu bemerken ist vielleicht in diesem Zusammenhang, dass die Cystokarpien ebensogut auf beiden Seiten der Lamellen zur Entwicklung kommen können. J. G. Agardh nahm (Species, Genera et Ordines Algarum II, 3, S. 825, 829) auf Grund gewisser Beobachtungen an *M. flabelliformis* und *M. elegans* die Möglichkeit an, dass bei *Martensia* eine Verschiedenheit zwischen der Ober- und der Unterseite bestände, und dass diese auch in der einseitigen Entwicklung der Cystokarpien auf der Oberseite zum Ausdruck käme. Das ist jedoch keineswegs der Fall, weder bei *M. fragilis*, die ich eingehend studiert habe, und die der ganzen folgenden Darstellung zugrunde liegt, noch bei irgend einer der anderen Arten. Dass die Cystokarpien sich auf beiden Seiten bei *M. elegans* entwickeln können, ist auch sehr richtig bereits in Krauss-Hering's oben angeführter Figur (Flora, a. a. O., Fig. 3 a) zu sehen.

Der innere Bau des Cystokarps in völlig reifem Stadium ist von J. G. Agardh (a. a. O., S. 824) studiert worden, der eine Beschreibung und Abbildung von dem Cystokarp bei *M. australis* auch in »Till Algernes Systematik», 4, Abteilung VII (S. 87, Fig. 7) geliefert hat. Zu bemerken ist jedoch, dass diese Beschreibung nur den Bau des Cystokarps in seinen allergröbsten Zügen und natürlich überhaupt nicht seine Entwicklungsgeschichte betrifft. Agardh's Längsschnittbild von dem Cystokarp in Fig. 7, *p*, ist auch etwas irreführend, da der fragliche Schnitt nicht axil gegangen ist und daher die basalen Zellen des Gonimoblasten nicht mit auf das Bild gekommen sind. Dieselbe Bemerkung gilt auch für Kützing's Bild von *M. elegans* (Tab. Phyc. XIX, 57, b). Aufschlüsse über den Cystokarpienbau bei *Martensia*, die über die oben angeführten hinausgingen, finden sich auch nicht in Schmitz-Hauptfleisch's Bearbeitung der Familie Delesseriaceae in Engler und Prantl, Pflanzenfamilien (I, 2, S. 409.). Eine eingehendere Darstellung dieser Sache ist demnach erwünscht und bietet um so grösseres Interesse, als wir bezüglich anderer Delesseriaceen — weniger differenzierter als *Martensia* — eine sehr gute Kenntnis besitzen, vorzugsweise dank Phillips', aber auch

BRANNON's u. a. Arbeiten (R. W. PHILLIPS, »The Development of the Cystocarp in Rhodymeniales: II, Delesseriaceae» und M. A. BRANNON, »The Structure and Development of Grinnellia americana HARV.»).

Was das Interesse an der Cystokarpienentwicklung bei *Martensia* noch weiter erhöht und dieser Frage eine mehr allgemeine botanische Bedeutung verleiht, ist natürlich die Vielkernigkeit der Zellen. Wie verhalten sich z. B. in dieser Hinsicht die Zellen des Karpogonasts? Sind sie auch vielkernig? Und wie verhält sich das Karpogon selbst, und wie die Zellen des Gonimoblasten und der Karposporen? Alles dies sind ja Fragen, die noch ihrer Lösung harren.

1. Die Entwicklung des Karpogonastes.

Wie erwähnt, kommen die Cystokarpien längs den Rändern der Lamellen vor. Die Karpogonäste werden auch in den Partien der Lamellen angelegt, die nach aussen von den verbindenden Querbändern liegen (vgl. Fig. 55—58, 60). Durch SCHMITZ' bahnbrechende Untersuchungen wissen wir, dass die weiblichen Organe der Florideen stets besonders umgewandelte Scheitelzellen besonders angelegter und ausgebildeter Äste mit Spitzenwachstum sind. Es hat sich gezeigt, dass dieses allgemeine Gesetz in allen bisher untersuchten Fällen gilt. Wie verhält sich nun in dieser Hinsicht *Martensia*, wo das Spitzenwachstum deutlich ja nur im allerersten Jugendstadium hervortritt, um dann von dem ausgesprochensten interkalaren Wachstum abgelöst zu werden, das seinen Höhepunkt in dem Aufbau des Netzwerks erreicht, was ja alles bereits eingehend oben im ersten Kapitel behandelt worden ist? Ja, auch hier bei *Martensia* mit ihrer starken Tendenz zu interkalarer Bauart wird gleichwohl das Karpogon an der Spitze eines Astes mit Spitzenwachstum angelegt.

Die Anlage des Karpogonastes geschieht als Ausbuchtung aus einer Zelle, die selbst von einer Zelle aus den interkalar ausgebildeten Zellenreihen, welche das Gewebe der Lamellen bilden, abgeteilt worden ist. Auf Taf. IV, Fig. 7 sieht man ein derartiges Bild von einem Quetschpräparat. In der Mitte tritt eine Reihe grosser Zellen (*ca*-Reihe) hervor, welche sich intensiver färben als die Nachbarzellen (rechts von ihnen ist der Inhalt nicht in allen Zellen gezeichnet). Diese Zellen mit ihrem reicheren plasmatischen Inhalt und ihren grösseren Zellkernen gehören der zentralen Zellenreihe an (PHILLIPS' »axial cells»), von der aus die Tragzelle (*trz*, Taf. IV, Fig. 7) gebildet wird, welche dann direkt den Karpogonast ausbildet. Die Tragzelle (PHILLIPS' »pericentral cell») wird, wie auch in Fig. 7, Taf. IV (vgl. auch Fig. 57) zu sehen ist, auf der Aussenseite der zentralen Achse ausgebildet, bisweilen aber auch mehr seitwärts von derselben, d. h. in der Richtung nach der einen Längsseite der Lamellen, nicht aber nach dem Rande hin. Es ergiebt sich dies nämlich deutlich bei dem Studium des Querschnitts in Fig. 55. Diese Figur zeigt ein halbschematisches Bild von einem Querschnitt durch einen Lamellenrand mit einem Karpogonast (*cpa*), der nach rechts ausgebildet worden ist. Die dunkler hervortretende axile Zellenreihe (*ca*) bildet eine direkte Fortsetzung der nach innen zu noch einschichtigen

Lamellen. Nach aussen von den Querbändern hat der Rand an Dicke zugenommen, sodass er, im Querschnitt gesehen, ungefähr keulenförmig wird (vgl. Fig. 55—58). Hier am Rande hat sich nun der Karpogonast (Fig. 55, *cpa*) auf seiner Tragzelle (*trz*) entwickelt, die sich direkt an die axiale Zellenreihe (*ca*) anschliesst. Ob derartige Karpogonäste längs jeder Lamelle in grosser Anzahl und in derselben schönen Regelmässigkeit wie z. B. bei *Delesseria sanguinea*, *alata* und anderen *Delesseria*-Arten, wie das PHILLIPS gezeigt hat, angelegt werden, kann ich an dem mir vorliegenden Material nicht entscheiden. Dass jedoch bei *Martensia* nicht wie bei gewissen *Delesseria*- und *Nitophyllum*-Arten aus derselben axilen Zelle zwei Tragzellen in derselben Höhe nach verschiedenen Richtungen hin (vgl. PHILLIPS, a. a. O., Taf. XV, XVI) ausgebildet werden, ist klar. Dass aber auf derselben Lamelle am Rande zahlreiche Karpogonäste zur Entwicklung kommen, geht deutlich daraus hervor, dass ein und dieselbe Lamelle am Rande mehrere Cystokarpien tragen kann.

Der Karpogonast selbst besteht, voll entwickelt, aus 4 Zellen, von denen die erste (Fig. 55 cpa^1) und zweite, d. h. die der Tragzelle (*trz*) nächstliegenden, die grössten werden. In Fig. 7, Taf. IV ist die letzte Zelle, das Karpogon selbst mit ihrer Trichogyne, noch nicht ausgebildet.



Fig. 55. *M. fragilis* ♀. Querschnitt durch einen Lamellenrand mit 4-zelligem Karpogonast (*cpa*), von einer von der axilen Zellenreihe (*ca*) abgeteilten Tragzelle (*trz*) aus entwickelt; *tr* = Trichogyne ($\frac{440}{1}$).

In dem allgemeinen Bau und der Anlage des Karpogonastes stimmt demnach *Martensia* vollständig mit den übrigen Delesseriaceen (nach PHILLIPS) überein, ausgenommen *Grinnellia*, die (nach BRANNON) einen 3-zelligen Karpogonast ohne Tragzellen haben soll, eine Beobachtung, die jedoch der Bestätigung bedarf, und von der PHILLIPS annimmt, dass sie sicherlich auf einem Irrtum seitens BRANNON's beruht.

Wie verhält es sich nun mit der Anzahl der Zellkerne in den verschiedenen Zellen? Was zunächst die axile Zellenreihe betrifft, so habe ich bereits bemerkt, dass sie im allgemeinen — oder genauer gesagt ihre an den Karpogonast direkt angrenzenden Zellen — reich mit plasmatischem Inhalt gefüllt sind. Das Gleiche scheint nach BRANNON's Zeichnungen (a. a. O., Taf. I, Fig. 15, Taf. II, Fig. 17, 20) bei *Grinnellia* der Fall zu sein, wo gleichfalls die dem Karpogonast benachbarten axilen Zellen reicheren plasmatischen Inhalt haben als die übrigen. Diese Zellen sind es, die von BRANNON höchst irreführenderweise »Auxiliarzellen» genannt werden, was sie natürlich keineswegs sind. Bei *Martensia* sind diese axilen Zellen wie auch alle übrigen in der Lamelle vielkernig, Die Kerne sind jedoch in der axilen Reihe grösser und treten dort mehr hervor als in den

umliegenden Zellen. Brannon bildet entsprechende Zellen von *Grinnellia* mit einem einzigen grossen Zellkern ab. Über die übrigen Zellen werden dagegen keine Auskünfte in dieser Hinsicht gegeben. Phillips schliesslich liefert in seinen Arbeiten im allgemeinen leider keine eingehenderen Angaben über die Zellkerne. Doch gibt er (a. a. O., S. 198) an, dass bei den Delesseriaceen im allgemeinen in den Zellen, welche der zentralen Zellenreihe bei einem befruchteten Karpogon anliegen, die Plasmaanhäufung mit Kernvermehrung verbunden ist, sodass bis zu 8—10 Kerne in einer einzigen Zelle beobachtet werden können. Mehrkernige Zellen hat Phillips seiner Angabe gemäss auch anderwärts in den Zellen, z. B. bei *Delesseria sanguinea*, gefunden, er erwähnt aber nichts bezüglich der Karpogonäste in dieser Hinsicht.

Auch die von der axilen Zellenreihe abgeteilte Tragzelle (Taf. IV, Fig. 7, *trz*) ist vielkernig und stimmt hinsichtlich des Inhalts mit ihrer Mutterzelle überein. Von dieser Tragzelle wächst nun der Karpogonast aus, dessen zwei erste Zellen die grössten sind. Es ist nun zu beachten, dass sämtliche Zellen des Karpogonastes bei *Martensia* mehrkernig sind. Man sieht dies auf Taf. IV, Fig. 7, und es ist von mir wiederholt an Präparaten beobachtet worden, welche Querschnitte von Karpogonästen zeigen. Das Karpogon selbst mit seiner Trichogyne findet sich in grösserem Masstab auf Taf. IV, Fig. 8 abgebildet. Man kann hier deutlich wahrnehmen, dass der Bauchteil des Karpogons, der den Hauptteil der Plasmamasse des ganzen Karpogons ziemlich wohlabgegrenzt in sich enthält, mehrere distinkte Zellkerne hat, von deren keinem jedoch gesagt werden kann, dass er in einer besonderen Weise gegenüber den anderen hervortritt. Die Trichogyne selbst ist ziemlich arm an Plasma, die basale Partie im besonderen fast plasmalos; dagegen ist etwas mehr Plasma an der Spitze angehäuft, die auf diesem Stadium wenig über den Lamellenrand hinausragt (s. Fig. 55!). Hier oben in der Spitze wie auch, obwohl schwächer, im Trichogynenhals sieht man auch einige sich mit Hämatoxylin stärker färbende Körperchen. Dies können nicht gut anders als Kerne oder wenigstens Kernfragmente von zerfallenen Zellkernen sein. Wie dem auch sei, der Bauchteil des Karpogons enthält jedenfalls wenigstens 5—6 wohlbegrenzte, sich stark färbende Zellkerne. Charakteristisch für diese ist, dass das Chromatin in so starkem Übergewicht ist, ja, sie scheinen fast ausschliesslich aus Chromatin zu bestehen. Es findet, wie wir später sehen werden, ein ganz entgegengesetztes Verhältnis in den Zellkernen der Gonimoblastfäden wie auch in den Zellkernen der Tragzellen und der von ihr ausgehenden sterilen Zellfäden statt.

Diese Entdeckung, dass auch das Karpogon selbst vielkernig ist, war ziemlich überraschend. Schmitz, der ja am eingehendsten die Zellkerne bei den Florideen studiert hat, gibt nämlich an, dass er in allen untersuchten Fällen durchgehends »die geschlechtlich differenzierten Zellen, Spermatien und karpogenen Zellen des Prokarps, bei ihrer Anlage stets einkernig» gefunden hat, ganz wie die Tetrasporangiumanlagen auch bei im übrigen mehrkernigen Florideen einkernig wären (›Untersuchungen über die Zellkerne der Thallophyten›, S. 4).

Dass die letzterwähnte Angabe, die ständige Einkernigkeit der Tetrasporangiumanlage, betreffs *Martensia* nicht stichhält, ist ja bereits in dem Kap. II über die Tetrasporen (S. 47—54) zu voller Evidenz nachgewiesen worden. Und dass Schmitz' Angaben

bezüglich der ursprünglichen Einkernigkeit der Geschlechtszellen auch nicht — wenigstens nicht ohne Modifikationen — auf die Spermatangienbildung passt, habe ich im vorhergehenden Kapitel gezeigt. Dass dies endlich auch für keine der Zellen des Karpogonastes gilt, habe ich soeben nachgewiesen.

Martensia bildet demnach in allen diesen Beziehungen unter den Florideen bis auf weiteres eine isoliert stehende Ausnahme. Die meisten untersuchten Florideen sind nämlich bereits in den vegetativen Zellen mit nur einem Zellkern versehen, und dass da bei Bildung des Karpogonastes die Kernanzahl nicht zunimmt, ist ja recht natürlich. HASSENKAMP's Untersuchungen über *Chylocladia kaliformis* (»Über die Entwicklung der Cystocarpien bei einigen Florideen», S. 70) betrifft ja eine oft in vegetativen Zellen mehrkernige Floridee, da aber HASSENKAMP nichts davon erwähnt, dass die Zellen der Karpogonäste mehrere Zellkerne hätten, so darf man daraus wohl den Schluss ziehen, dass sie in dieser Hinsicht nicht von der von SCHMITZ aufgestellten Regel abweicht. Es ist dies um so wahrscheinlicher, als HASSENKAMP bei den Auxiliarzellen besonders darauf hinweist, dass sie einkernig sind, im Gegensatz zu den vegetativen Thalluszellen. Für *Chylocladia kaliformis* scheint demnach SCHMITZ' Regel Geltung zu haben.

Dagegen liegen betreffs *Champia parvula* einige interessante Angaben von DAVIS vor (»Development of the Cystocarp of Champia parvula»). *Champia* ist gleichfalls eine Floridee mit mehreren bis zahlreichen Zellkernen in den vegetativen Zellen. DAVIS gibt (a. a. O. S. 114) an, dass »each cell of the procarpic branch contains one nucleus which may afterwards fragment into several».[1] In Fig. 5, Taf. VII (a. a. O.) bildet DAVIS auch eine von den Zellen des Karpogonastes, die der rein vegetativen Thalluszelle nächstgelegene, mit vier Kernen ab. Die nächste Zelle im Aste nach aussen vom Karpogon hin hat jedoch nur einen Kern. Es deutet dies ja darauf hin, dass Karpogonäste mit mehrkernigen Zellen auch bei anderen Florideen als *Martensia* vorkommen, obgleich DAVIS seiner Beobachtung kein besonderes Gewicht beigelegt zu haben scheint. Dass der Kern »afterwards» in mehrere fragmentiert — d. h. dass er ursprünglich einkernig ist[2] — scheint jedoch darauf hinzudeuten, dass die Verhältnisse hier bei *Champia* andere sind als bei *Martensia*. Es ist hierbei aber in Betracht zu ziehen, dass bei *Champia* alle Zellen als junge stets nur einen Kern enthalten. So sagt DAVIS (a. a. O., S. 111): »The young cells at the apex of a branch contain only one nucleus but cells somewhat removed from the growing point are multinucleate.» Wenn es sich so verhält, dass bei *Champia* die Mehrkernigkeit der Zelle stets etwas Sekundäres ist, so ist es ja auch ganz natürlich, dass auch in dem Karpogonast mehrere Kerne immer erst »afterwards» auftreten. Es steht das nur in Übereinstimmung mit dem allgemeinen Kernteilungsplan der Pflanze. Bei *Martensia* nun ist das ja aber gar nicht der Fall. Dort geht der Vielkernigkeit in den vegetativen Zellen gar kein einkerniges Stadium vorher, sondern die vegetativen Zellen sind von Anfang an mehrkernig. In gleicher Weise sind auch die Zellen des Karpogonastes gleich von Anfang an stets mehrkernig.

Die Verschiedenheit, die demnach zwischen *Champia* und *Martensia* hinsichtlich der Entstehung der Mehrkernigkeit in den Zellen des Karpogonastes herrscht, beruht also

[1] Von mir gesperrt!
[2] Vgl. DAVIS, a. a. O., S. 112!

auf einer Verschiedenheit des allgemeinen Kernteilungsplanes, wie sie durchgehends für diese beiden Pflanzen besteht. Es ist ganz natürlich, dass bei der ersteren die Mehrkernigkeit in dem Karpogonast etwas Sekundäres sein muss, da sie dies ja in allen übrigen Zellen von *Champia* stets ist. DAVIS' Beobachtung an *Champia* — mehr im Vorbeigehen und ohne weitere Reflexionen gemacht — stimmt demnach vollständig mit dem überein, was ich bei *Martensia* gefunden, und bietet einen weiteren Beweis für die Richtigkeit meiner Behauptung, dass SCHMITZ' Regel von der ausnahmslosen Einkernigkeit der karpogenen Zellen nicht stichhält.

2. Die Entwicklung des Gonimoblasten nach der Befruchtung.

Nach der Schilderung der Entwicklung des Karpogonastes sollte zunächst ein Bericht über das Eindringen des Spermatiums, die Befruchtung u. s. w. folgen, leider aber lässt mich mein Material hier im Stich. Es bietet keine Stadien mit Spermatien an der Trichogyne und kann daher nicht die natürlich äusserst interessante Frage beantworten, ob wirklich mehrere Kerne hier befruchtet werden können, ob der Spermatiumskern z. B. geteilt wird, oder ob nur ein einziger Kern in dem Karpogon der auserwählte ist und die anderen dann degenerieren, oder überhaupt wie die Befruchtung selbst vor sich geht. Diese Frage muss ich also bis auf weiteres offen lassen. Die Untersuchung ist ja in Upsala an Material ausgeführt worden, das ich auf Zeylon eingesammelt habe ohne die Absicht, es einer so eingehenden histologischen Untersuchung zugrunde zu legen, wie das später geschehen ist.

Das nächste Stadium nach der Befruchtung, das ich beobachtet habe, ist in Fig. 56 abgebildet, die ein aus einer Schnittserie konstruiertes halbschematisches Bild darstellt. Auf Taf. IV, Fig. 9 sieht man ein Detail aus einem der Schnitte. Auf diesem Stadium ist der Karpogonast (*cpa 1*, *cpa 2*) im Absterben begriffen. Die Trichogyne ist fast vollständig verschwunden, und nur die basalen Zellen des Karpogonastes sind noch vorhanden. Diese sämtlichen Zellen sind nun fast völlig plasmalos. Die Wände zwischen ihnen sind jedoch noch vorhanden, sodass eine Fusion zwischen den verschiedenen Zellen des Karpogonastes mit Sicherheit nicht stattgefunden hat, wie es sonst bei so vielen anderen Florideen der Fall ist. BRANNON fand jedoch auch bei *Grinnellia* keine Fusion.

Was dagegen auf diesem Stadium sofort in die Augen fällt, ist die plasmareiche, dickwändige, vollständig runde Zelle (Taf. IV, Fig. 9, *az* und Fig. 56 *az*), die zwischen dem Karpogonast und der Tragzelle liegt. Auf Schnitten, die an den auf Taf. IV, Fig. 9 abgebildeten angrenzen, kann man Teile einer Verbindungspore zwischen dieser Zelle (*az*) und der Tragzelle (*trz*), ausserdem aber auch eine Kommunikation zwischen ihr und der zweiten Zelle des Karpogonastes (*cpa 2*) beobachten. Es ist also offenbar die Auxiliarzelle (*az*), mit der wir es hier zu tun haben. Wie es bei anderen Delesseriaceen nach PHILLIPS der Fall ist, wird die Auxiliarzelle also erst nach der Befruchtung als eine Ausbuchtung von der Tragzelle aus gebildet. Es besteht also bei *Martensia* genau das gleiche Verhältnis wie bei den Delesseriaceen, die PHILLIPS un-

tersucht hat, dass nämlich die Auxiliarzelle eine Zelle ist, die von der Tragzelle gebildet wird, nicht aber diese selbst, wie es nach SCHMITZ' Angabe bei *Nitophyllum* (»Untersuchungen über die Befruchtung der Florideen», S. 238) und in der ganzen Familie Delesseriaceae (ENGLER und PRANTL, »Pflanzenfamilien», I, II, Delesseriaceae, S. 407) der Fall sein soll.

Da also die Auxiliarzelle erst nach der Befruchtung gebildet wird, so folgt daraus, dass man bei *Martensia* und den von PHILLIPS untersuchten Delesseriaceen von einer eigentlichen Prokarpbildung nicht sprechen kann, da man ja nach SCHMITZ' Definition (»Untersuchungen über die Befruchtung der Florideen», S. 235) darunter eben Gruppen von Karpogonästen und Auxiliarzellen versteht, die zusammen ein selbständiges Ganzes innerhalb der Mutterpflanze bilden. Derartige Gruppen aber kommen ja hier nicht vor, wenn die Auxiliarzelle nach der Befruchtung ganz wie bei der Gruppe Rhodymeniales gebildet wird.

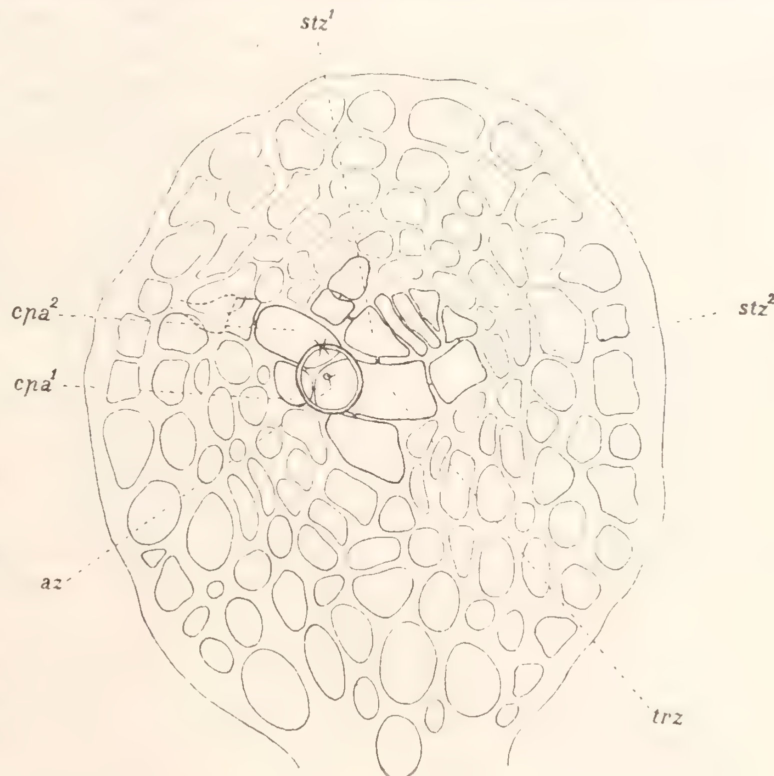


Fig. 56. *M. fragilis* ♀. Querschnitt durch einen Lamellenrand unmittelbar nach der Befruchtung. Der Karpogonast (*cpa*¹, *cpa*²) im Absterben begriffen. Auxiliarzelle (*az*), von der Tragzelle (*trz*) aus gebildet. Verbindung zwischen der Auxiliarzelle und der zweiten Zelle des Karpogonastes (*cpa*²). Von der Tragzelle (*trz*) gehen auch sterile Zellfäden (*stz*) aus ($\frac{440}{1}$).

Es ist klar, dass der befruchtete Kern (oder möglicherweise die Kerne) durch die zweite Zelle des Karpogonastes (*cpa 2*) hindurch in die Auxiliarzelle eingewandert ist. Darüber, wieviel Kerne diese Zelle vor dieser Invasion besitzt, kann ich leider keine Auskunft liefern, da es mir nicht gelungen ist, die Auxiliarzelle während ihrer Bildung zu beobachten. Diese scheint nämlich äusserst schnell vor sich zu gehen, denn unmittelbar nach der Befruchtung, bevor noch die übrigen Zellen des Karpogonastes haben absterben können, ist sie vollständig fertig gebildet vorhanden, während dagegen unmittelbar vor der Befruchtung noch keine Spur von ihr zu sehen ist. Auf dem Stadium in der Entwicklung der Auxiliarzelle, das sich auf Taf. IV, Fig. 9 abgebildet findet, sieht man in derselben (*az*) zwei grössere stärker hervortretende Kerne, ausserdem aber mehrere sich stark färbende kleine Kerne oder Kernfragmente. Das Plasma ist dicht, weist aber einige grosse Vakuolen auf. Man dürfte wohl nicht fehlgehen, wenn man in den grösseren Kernen die eingewanderten befruchteten Kerne (die Sporophytenkerne) erblickt, während die kleineren, mehr fragmentarischen die ursprüng-

lichen Zellkerne der Auxiliarzelle sind. Es ist klar, dass die eingewanderten Kerne mit ihren umgebenden Plasmamassen sich sehr bald zu Herren in der Auxiliarzelle machen, deren ursprünglicher Inhalt u. s. w. beiseite gedrängt wird. Es geht dies deutlich aus dem Bild auf Taf. IV, Fig. 10 hervor, welches ein etwas späteres Stadium als das in Fig. 9, Taf. IV zeigt. Hier tritt sehr schön die Pore zwischen der Auxiliarzelle und ihrer Mutterzelle, der Tragzelle, hervor. Die Auxiliarzelle hat sich nun in zwei Zellen geteilt, eine grössere, plasmareichere rechts (*ctrz*), welche die zwei grossen Kerne enthält und eine plasmaärmere links (*fz*) mit nur einigen, wenig markierten Kernfragmenten. Die erstere enthält natürlich die Sporophytenkerne. Diese unmittelbar eintretende Zweiteilung der Auxiliarzelle stimmt völlig mit dem überein, was Oltmanns (a. a. O., S. 114) bei *Callithamnion corymbosum* und Hassenkamp bei *Chylocladia kaliformis* (a. a. O., S. 76) beobachtet haben. In Übereinstimmung mit Oltmanns nennen wir daher die plasmaärmere Zelle mit dem übriggebliebenen Rest des Inhalts der ursprünglichen Auxiliarzelle Fusszelle (Taf. IV, Fig. 10, *fz* u. Fig. 57, *fz*) und die grössere mit den Sporophytenkernen Zentralzelle (Taf. IV, Fig. 10, *ctrz* und Fig. 57, *ctrz*). Nur die letztere entwickelt sich weiter, und aus ihr entsteht der Gonimoblast. Er enthält nun, wie bereits erwähnt, zwei Zellkerne. Diese sind aber bedeutend grösser, als es die Kerne normalerweise bei *Martensia* zu sein pflegen. Dass die Kerne in der Auxiliarzelle bei den Florideen gerade auf diesem Stadium enorm anwachsen, ist bereits früher von Oltmanns bei *Callithamnion* und von Hassenkamp bei *Chylocladia* beobachtet worden. Es scheint dies demnach die Regel zu sein. Diese Auflockerung und Volumzunahme des Kernes beruht, wie wir im folgenden sehen werden, besonders auf der Vermehrung des Linins des Kernes.

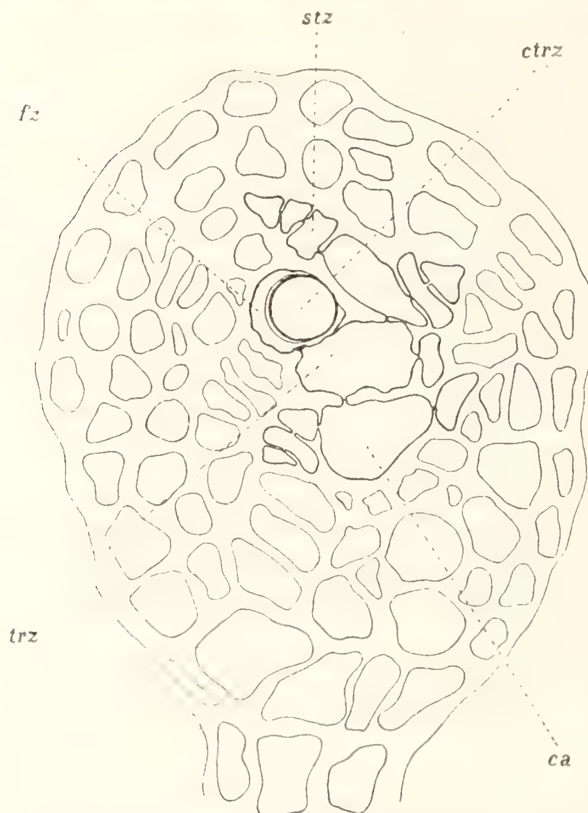


Fig. 57. *M. fragilis* ♀. Querschnitt durch einen Lamellenrand nach der Befruchtung; die Auxiliarzelle in Fusszelle *(fz)* und Zentralzelle *(ctrz)* geteilt; *stz* = sterile Zellfäden; *trz* = Tragzelle; *ca* = Zelle aus der axilen Zellenreihe ($\frac{44\,0}{1}$).

Gleichzeitig damit, dass diese Veränderungen in der Auxiliarzelle eingetroffen sind, hat auch ein lebhaftes Wachstum um dieselbe herum stattzufinden begonnen. Schon unmittelbar nach der Befruchtung kann man beobachten, dass von derselben Tragzelle aus, von welcher der Karpogonast ausgeht, Ästchen nach verschiedenen Richtungen hin auswachsen, ein grösserer in der Richtung nach dem Rand der Lamelle hin (Fig. 56, *stz*[1]; Taf. IV, Fig. 9, *stz*[1]) und ein kleinerer dem Karpogonast selbst gerade gegenüber (Fig. 56, *stz*[2]; Taf. IV, Fig. 9, *stz*[2]). Diese Zellfäden, die

aus plasmaerfüllten, kernreichen Zellen bestehen, sind PHILLIPS' »sterile filaments», die ja so regelmässig bei den Delesseriaceen auftreten, und die stets ihren Ursprung von der Tragzelle herleiten. Diese Zellen kehren in allen Figuren PHILLIPS' wieder (a. a. O., z. B. Taf. XV, Fig. 12, 13, 14; Taf. XVI, Fig. 18, 19) und sind durch reicheren plasmareichen Inhalt, zahlreiche grosse Kerne und auf älterem Stadium dicke, feste Zellwände gekennzeichnet. Diese »sterilen Zellen» treten nun immer mehr hervor, wenn die Auxiliarzelle zu wachsen beginnt. Gewisse Zeichen deuten jedoch darauf hin, dass derartige Fäden nicht allein von der Tragzelle selbst auswachsen, sondern auch von den axilen Zellreihen (s. z. B. Fig. 57).

Nachdem die Teilung der Auxiliarzelle in Fusszelle und Zentralzelle stattgefunden hat, verschwindet bald ganz die erstere Zelle, und die ganze Entwicklung konzentriert sich in der Zentralzelle, von welcher der ganze Gonimoblast seinen Ursprung herleitet. Die grosse Zentralzelle wird dadurch geteilt, dass schmale, fast halbmondförmige Segmente an ihrem oberen, d. h. dem Lamellenrande zugewandten Ende abgeteilt werden (s. Fig. 58). Diese Teilungen resultieren in der Bildung einer Reihe von Zellen, deren Grösse nach aussen hin sukzessiv abnimmt, wie das auf Taf. IV, Fig. 11 zu sehen ist. Aus diesem Bild geht hervor, dass die grosse Bazalzelle fortgesetzt zwei grosse Zellkerne (n) besitzt, übrigens wahre Riesenkerne. Wahrscheinlich wird der obere rechte von diesen bald durch eine Wand von dem grösseren linken abgegrenzt werden, welch letztere dann wahrscheinlich die ganze Zeit über in der grossen basalen Zelle zurückbleibt (vgl. auch Taf. IV, Fig. 18). Es dürfte dies daraus zu schliessen sein, dass der erstere Kern in einer kleinen Ausbuchtung liegt, welche Anzeichen aufweist, dass sie bald durch eine halbmondförmige Wand abgeteilt wird.



Fig. 58. *M. fragilis* ♀. Querschnitt durch einen Lamellenrand, die erste Ausbildung des Gonimoblasten zeigend. Von der Zentralzelle *(ctrz)* der Auxiliarzelle haben sich mehrere Tochterzellen, die ersten Gonimoblastfäden *(gb)*, abgeteilt ($\frac{140}{1}$).

Die Zelle unmittelbar oberhalb der grossen Basalzelle (Taf. IV, Fig. 11) enthält zunächst einen grossen Kern, ausserdem aber auch einige in der oberen rechten Ecke, die sich soeben geteilt zu haben scheinen und sich in einer Ausbuchtung ihrer Mutterzelle befinden, von der sich jeden Augenblick erwarten lässt, dass sie durch eine Wand abgegrenzt wird. Eben diese Zelle hat bereits mehrere Tochterzellen nach verschiedenen Richtungen hin abgeteilt, die ihrerseits wieder Tochterzellen gebildet haben u. s. w.

Auf diese Weise ist also frühzeitig ein ganzes Astsystem aus der Zentralzelle der Auxiliarzelle entstanden, wobei offenbar der Zellkern, der dazu bestimmt ist, in der Mutterzelle nach der Teilung zurückzubleiben, sehr bedeutend an Grösse zunimmt. Eine weitere Entwicklung des ganzen Cystokarps und des Gonimoblasten zeigen Fig. 59 und Fig. 12 auf Taf. IV. Die erstere Figur zeigt schematisch, wie nun gleichzeitig

durch eine lebhafte interkalare Zellteilung die Wand des Cystokarps entstanden ist. Die »sterilen Fäden», die vorzugsweise aus der Tragzelle ausgewachsen sind, bilden eine kompakte, dickwandige Gewebsmasse (*stz*) um die Basis und die Seiten des Gonimoblasten (*gb*) herum. Gewisse von diesen Zellen erstrecken sich auch zur Wand des Cystokarps hinüber, an welcher sie Anschluss finden. Die inneren Zellen in der Cystokarpienwand endlich sind stark in tangentialer Richtung gestreckt. Die Höhlung im Innern des Cystokarps um den Gonimoblast herum wird von einer schleimigen Masse ausgefüllt.

Der Gonimoblast selbst ist zu diesem Zeitpunkt ziemlich reich verästelt. Ein Detailbild von einem derartigen Gonimoblast auf einem ungefähr entsprechenden Sta-



Fig. 59. *M. fragilis* ♀, Querschnitt durch ein junges Cystokarp, die früheste Ausbildung des Gonimoblasten (*gb*) zeigend; *stz* = sterile Zellfäden ($\frac{275}{1}$).

dium ist auf Taf. IV, Fig. 12 zu sehen. Was sofort in die Augen fällt, ist, dass in der Regel alle Zellen e i n k e r n i g sind und diese Kerne eine kolossale Grösse in den mehr basalen Zellen haben. Durch eine immer reichere Verästelung entsteht schliesslich ein solches Astsystem von Fäden, wie es in Fig. 60 zu sehen ist. Es bildet dies den »Nucleus» des Cystokarps im Gegensatz zu seiner Wandung, dem »Pericarpium», nach der systematischen Terminologie (vgl. J. G. Agardh, »Florideernes Morphologi», S. 94). Alle diese Gonimoblastfäden schliessen sich dicht zusammen zu einer kompakten Gewebsmasse, welche Fäden jedoch jeder für sich eigenes Spitzenwachstum haben. Sekundäre Poren zwischen den einzelnen Zellen in den Gonimoblastfäden werden nicht gebildet, es sind nur die primären wahrzunehmen, welche den genetischen Zusammen-

hang der Zellen untereinander erkennen lassen (Fig. 61). Der Bau des Cystokarps auf diesem Stadium geht auch aus den Fig. 60—62 hervor. In Fig. 60 fallen besonders einige grosse Zellen in der Mitte ins Auge, dieselben, die wir in Fig. 62 wiederfinden. Es sind dies die ältesten Zellen, die bei der ersten Teilung der Auxiliarzelle gebildet wurden (den basalen Zellen in Fig. 12, Taf. IV entsprechend), und die nun noch vorhanden sind und eine Gruppe für sich bilden, ausgezeichnet durch ihre geradezu riesenhaften Zellkerne, aber sehr dünnen Zellwände. Diese Zellen sind auch auf Taf. IV, Fig. 12 an der Basis zu sehen, obwohl sie während der weiteren Entwicklung des Gonimoblasten gleichsam immer mehr zusammengepresst werden. Wie die Gonimoblastfäden in vollausgewachsenem Stadium aussehen, ist in Fig. 61 zu sehen. Sie verästeln sich, und an der Spitze jedes Astes bildet sich eine Karpospore. Die Zellen der Gonimoblastfäden sind alle ziemlich dickwandig, haben je einen Zellkern und sind durch schön ausgebildete primäre Poren verbunden. Diese Poren sind besonders gross und elegant weiter unter in dem Gonimoblast am Übergang zwischen den grossen dünnwandigen Zellen und den dickwandigeren Fäden ausgebildet. Taf. IV, Fig. 16 bietet ein Bild von derartigen Poren gerade in einer der ältesten Zellen des Gonimoblasten. Ein feines Plasmanetzwerk schliesst sich an die Pore von beiden Seiten her an.



Fig. 60. *M. fragilis* ♀. Querschnitt durch das Netzwerk mit Cystokarpien. In der Mitte des Gonimoblasten sieht man die ältesten, bei den Teilungen der Auxiliarzelle zuerst abgeteilten, grossen Zellen ($\frac{87}{1}$).

Schliesslich wird an jeder Astspitze eine Karpospore ausgebildet. Taf. IV, Fig. 13 wie auch Fig. 61 zeigt ein Bild hiervon. Wie die Zellen in den Fäden des Gonimoblasten haben auch die Karposporen nur einen Zellkern. Dieser ist ziemlich gross, stark gefärbt und in der Mitte belegen. In den Karposporen treten frühzeitig kleine wohlbegrenzte Körperchen im Plasma besonders längs der Wandung hervor, die sich dann später als die Chromatophoren erweisen.

Bei *Martensia fragilis* werden die Karposporen sukzessiv ausgebildet. Man kann demnach in demselben Cystokarp Karposporen verschiedenen Alters und verschiedener Grösse antreffen. Nach J. G. Agardh's Abbildung des Cystokarps bei *Martensia australis* (»Till Algernes Systematik», 4. Abteilung, VII, Fig. 7) ginge dagegen bei dieser Art die Karposporenbildung mehr simultan vor sich.

Jedenfalls lösen sie sich bei *Martensia fragilis* sukzessiv ab. Nach der Ablösung von ihren Ästen liegen sie zunächst lose in dem reichlichen Schleim im Innern des Cysto-

karps. Währenddessen strecken sie sich sehr beträchtlich, sodass sie bald 3—4 mal länger und breiter sind, als sie es bei der Ablösung waren. Auf Taf. IV, Fig. 14, 15 sieht man ein paar derartige Körperchen aus dem Innern des Cystokarps. Sie haben einen einzigen grossen Zellkern mit deutlich hervortretendem Nucleolus. Die Chromatophoren in dem ausgedehnten hohlen Plasma sind auch sehr deutlich zu sehen. Die Körperchen haben auf diesem Stadium eine gleichartige Organisation wie die Tetrasporen (vgl. Fig. 6, Taf. III).

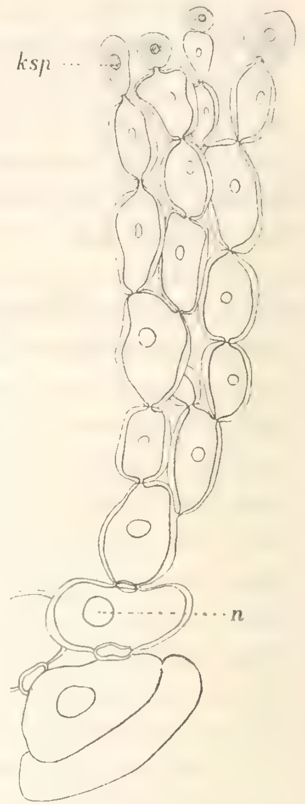


Fig. 61. *M. fragilis.* Gonimoblastfäden mit jungen Karposporen *(ksp)* an der Spitze; *n* = Zellkern ($\frac{150}{1}$).

Es bleibt nun nur noch übrig, etwas über die Zellkerne in den basalen Zellen des Gonimoblasten zu sagen. Schon oben habe ich bemerkt, dass sie kolossal anwachsen. Welche Grösse sie wirklich erreichen, geht aus Fig. 17, 18, Taf. IV hervor. Diese Kerne sind wahre Riesenkerne (30—40 μ im Durchmesser) im Vergleich mit denen in den gewöhnlichen vegetativen Zellen (ungefähr 1 μ) und auch im Vergleich mit den sonst ziemlich grossen Kernen in Tetrasporen (6—8 μ) und Karposporen (ungefähr 6 μ). Es ist aber bemerkenswert, dass ihr Chromatingehalt äusserst gering ist. Sie färben sich daher schlecht. Die Hauptmasse besteht aus einer dem Aussehen nach kompakten Lininsubstanz mit spärlich darin eingestreuten kleinen Chromatinkörnchen. Abgesehen von diesen hypertrophierenden Kernen wird das Innere der basalen Zellen des Gonimoblasten von einem nun äusserst dünnen, netzförmigen Plasma ausgefüllt (s. Fig. 17, Taf. IV). Auf diesem Stadium sieht man um diese Zelle herum schliesslich kaum mehr als die Reste von den Tragzellen, die mitsamt ihren vielen Kernen schon lange vorher aufgelöst, zerstört und beiseite gedrängt worden sind. Eine Fusion zwischen dieser und angrenzenden Zellen hat jedoch nie stattgefunden.

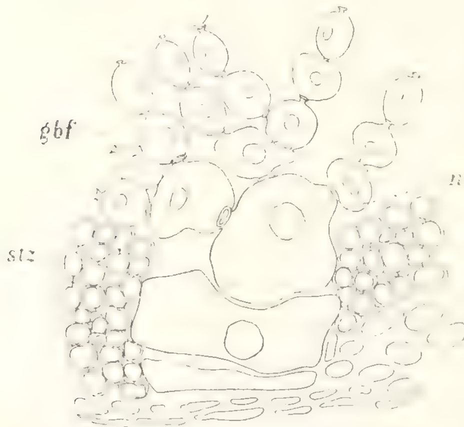


Fig. 62. *M. fragilis.* Querschnitt durch einen älteren Gonimoblasten; die mittlere Partie mit den ältesten, bei den Teilungen der Auxiliarzelle zuerst abgeteilten Zellen; *gbf* = Gonimoblastfäden; *stz* = sterile Zellen; *n* = Zellkern ($\frac{150}{1}$).

Dass die Zellkerne in den basalen Zellen des Gonimoblasten und in den angrenzenden Zellen während der Entwicklung kolossal anwachsen, scheint auch bei anderen Florideen der Fall zu sein; so bildet z. B. Davis in dem Cystokarp von *Champia* (a. a. O., Taf. VIII) kolossale Kerne in der Tragzelle und den ihr benachbarten Zellen ab, und Oltmanns und Hassenkamp erwähnen ja auch, wie bereits oben angeführt, das mächtige Wachstum der Kerne in der sich entwickelnden Auxiliarzelle. Man dürfte wohl nicht allzuweit fehlgehen, wenn man annimmt, dass diese Hypertrophie in irgend einem Zusammenhange mit der nutritiven Aufgabe der Kerne bei der Ausbildung

des Cystokarps und der Karposporen steht. Denn diese Zellen sind es ja gerade, durch welche alle Nahrung hindurchgehen muss, um zu den Sporen zu gelangen.

Was die Cystokarpentwicklung betrifft, so zeigt es sich also, dass *Martensia* mit den übrigen untersuchten Delesseriaceen hinsichtlich des Baues des Karpogonastes, der Entwicklung der Auxiliarzellen wie auch betreffs des Gonimoblasten im übrigen wohl übereinstimmt. Das für *Martensia* Charakteristische ist dagegen, dass alle Zellen des Karpogonastes mehrkernig, die Zellen des Gonimoblasten dagegen gleichwie auch die der Karposporen einkernig sind. Dazu kommt ferner, obwohl es natürlich von geringerem prinzipiellem Gewicht ist, dass in den basalen Zellen des Gonimoblasten die Zellkerne im Laufe der Entwicklung eine kolossale Vergrösserung erfahren.

V. Zusammenfassung.

Der *Martensia*-Spross wird auf seinem frühesten Stadium aus kongenital zusammengewachsenen Zellfäden mit Spitzenwachstum aufgebaut, in Übereinstimmung mit dem für die Florideen gemeinsam geltenden, von SCHMITZ aufgestellten Bauschema.

Interkalare Zellteilungen beginnen indessen sehr bald, und der Aufbau des *Martensia*-Sprosses geschieht dann so gut wie ausschliesslich durch eine charakteristische interkalare Zellteilung, die ihren Höhepunkt in der Bildung des Netzwerks erreicht.

Hinsichtlich der Art und Weise der weiteren Ausbildung und des Wachstums des Netzwerks kann man innerhalb der Gattung *Martensia* mehrere verschiedene Organisationstypen unterscheiden (den *M. fragilis*-, *M. pavonia*- und *M. flabelliformis*-Typus), die alle auf teilweise verschiedenen Wegen dasselbe Problem gelöst haben: Vergrösserung und Neubildung des Netzwerks.

Die Tetrasporangien bei der Gattung *Martensia* werden in der Regel auf den Lamellen gebildet. Doch findet bei mehreren Arten (*M. elegans*, *australis* und *denticulata*, nicht aber bei *fragilis*) das Verhältnis statt, dass Tetrasporangien gleichzeitig auch auf der zusammenhängenden Basalscheibe ausgebildet werden können. Ein derartiger Dimorphismus hinsichtlich der Lokalisierung der Tetrasporangienbildung ist unter den Florideen bisher nur bei der Gattung *Delesseria* (PHILLIPS) bekannt und beobachtet worden.

Die Tetrasporangienbildung auf dem zusammenhängenden Basalteil bei *Martensia* weist augenfällige Ähnlichkeit mit der Tetrasporangienbildung bei der Gattung *Nitophyllum* auf.

Das Tetrasporangium bei *Martensia* ist stets eingesenkt, d. h. niemals eine Oberflächenzelle, sondern es wird nach aussen von vegetativen Zellen begrenzt, die frühzeitig von der Tetrasporangiumanlage selbst abgeteilt worden sind.

Die einzellige Tetrasporangiumanlage hat gleich den übrigen Zellen in dem Gewebe von *Martensia* ursprünglich mehrere Zellkerne. SCHMITZ' Angabe, dass auch bei sonst vielkernigen Florideen die Tetrasporangiumanlagen von Anfang an stets einkernig sind, hält demnach nicht stich. Die Zellkerne nehmen an Zahl zu, je mehr die Tetrasporangiumanlage anwächst, und schliesslich kann ihre Anzahl

ungefähr 50 betragen. Danach tritt eine allgemeine Kerndegeneration ein, wobei statt dessen die Plasmamasse der Tetrasporangiumanlage vermehrt wird, sodass sie, während sie vorher nur die Wand des Tetrasporangiums bekleidet hat, nun das ganze Innere desselben ausfüllt. Die Kerndegeneration schreitet fort, bis alle Kerne bis auf einen aufgelöst worden sind. Aus diesem siegenden Zellkern, der sich in der Mitte des Tetrasporangiums befindet, gehen die vier definitiven Tetrasporenkerne hervor, die nach aussen zur Peripherie hin wandern, um dann später je einer Tetraspore anzugehören. Diese Tetrasporen entstehen durch eine ungefähr gleichzeitig mit der Kernteilung vor sich gehende Spaltung des Tetrasporangiums. Die einkernigen Tetrasporen enthalten zahlreiche Chromatophoren.

Die Spermatangien bei *Martensia* werden nur auf den Lamellen in einem (*M. fragilis*) oder mehreren (*M. elegans*, *M. flabelliformis* und *M. pavonia*) Sori auf beiden Seiten derselben auf besonderen männlichen Exemplaren ausgebildet, die meistens kleiner sind als die Tetrasporen- und Cystokarpien-Exemplare.

Die Spermatangien werden dadurch angelegt, dass zunächst Oberflächenzellen auf beiden Seiten der Lamellen abgeschnürt werden. Die Oberflächenzellen werden unter wiederholter Kernteilung weiter geteilt, sodass schliesslich jede Oberflächenzelle nur einen Zellkern enthält. Diese Zellen, die Spermatangienmutterzellen, beginnen dann ein Spitzenwachstum und schnüren sukzessiv 1—2 einkernige Spermatangien ab.

SCHMITZ' Auffassung, wonach die Spermatangien bei den Florideen stets Scheitelzellen von Ästen mit Spitzenwachstum sind, trifft also auch für *Martensia* zu, trotz ihrer im übrigen streng interkalaren Bauart.

Die verschiedene Ausbildung der Spermatangienmutterzelle nebst der verschiedenen Art, in der sie die Spermatangien abschnürt, ist ein wichtiger Charakter verschiedener Organisationstypen innerhalb der Florideen und besitzt auch systematischen Wert.

Die Cystokarpien bei *Martensia* werden ausschliesslich längs den Rändern der Lamellen auf beiden Seiten nach aussen von den Querbändern ausgebildet. Das Karpogon ist eine Scheitelzelle in einem besonders ausgebildeten Karpogonast mit Spitzenwachstum. SCHMITZ' Regel, dass die Karpogone bei den Florideen stets Scheitelzellen an den Ästen mit Spitzenwachstum sind, gilt demnach auch für *Martensia* trotz ihres im übrigen interkalaren Baues.

Die interkalare Bauart bei *Martensia*, die fast für die ganze vegetative Ausbildung mit Ausnahme des allerfrühesten Jugendstadiums so charakteristisch ist, findet demnach keine Anwendung auf die Ausbildung der Geschlechtsorgane (weder der männlichen noch der weiblichen), deren Ausbildung vielmehr nach demselben Zellteilungsschema wie bei den übrigen Florideen geschieht.

Der Karpogonast ist 4-zellig und wird von einer Tragzelle aus entwickelt, die direkt von der axilen Zellreihe in der Lamelle des Netzwerks ausgebildet worden ist.

Sämtliche Zellen in dem Karpogonast — auch das Karpogon selbst — sind mehrkernig!

Die Auxiliarzelle wird nach der Befruchtung von der Tragzelle ausgebildet, die gleichzeitig auch mehrere sterile Zellfäden ausbildet.

Die Auxiliarzelle empfängt den befruchteten Kern (Kerne?) von der zweiten Zelle des Karpogonastes. Die Auxiliarzelle teilt sich nach der Aufnahme der Sporophytenkerne in eine Fusszelle und eine Zentralzelle. Nur von der letztgenannten aus entwickelt sich dann der Gonimoblast.

Die Gonimoblastfäden (zusammen einen »Nucleus» bildend), sind alle in der Regel einkernig und bilden in ihren Spitzen die Karposporen aus, die gleichfalls nur einen Zellkern, ausserdem aber zahlreiche Chromatophoren haben. Während der Entwicklung des Gonimoblasten wachsen die Zellkerne in den basalen, bei den Teilungen der Auxiliarzelle zuerst gebildeten Zellen kolossal an.

Zellfusionen, sei es zwischen den Zellen des Karpogonastes oder zwischen der Auxiliarzelle und der Tragzelle oder anderen benachbarten Zellen kommen gar nicht vor.

VI. Literaturverzeichnis.

AGARDH, C. A., Species Algarum etc., I, II. — Gryphiswaldiæ 1823—28.
AGARDH, J. G., Species Genera et Ordines Algarum, I—III. — Lund 1848—1901.
——, Nya Algformer. — Öfversigt af K. Vetenskapsakademiens Förhandlingar. Årg. 11, Nr. 4, Stockholm 1854.
——, Florideernes Morphologi. — K. Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar, Band 15, Nr. 6. Stockholm 1879.
——, Till Algernes Systematik. Nya Bidrag. Fjerde Afdelningen. VII. — Lunds Universitets Årsskrift, Band 21, Lund 1884—85.
——, Analecta Algologica. Continuatio IV, V. — Lunds Universitets Årsskrift, Band 33, Nr. 9 (1897) und Band 35, Nr. 4 (1899).
BORNET, E. et THURET, G., Recherches sur la fécondation des Floridées. — Annales des Sciences Naturelles, V Série, Botanique, Tome VII, Paris 1867.
——, Notes Algologiques. 1, 2. — Paris 1876, 1880.
BRANNON, M. A., The Structure and Development of Grinnellia americana, Harv. — Annals of Botany, Vol. XI, London 1897.
BUFFHAM, T. H., On the Antheridia, etc., of some Florideæ (1893). — Journal of the Quekett Microscopical Club, Second Series, Vol. V (1892—94).
——, Notes on some Florideæ (1896). — Journal of the Quekett Microscopical Club, Second Series, Vol. VI (1894—97).
CLAUSSEN, P., Über Eientwicklung und Befruchtung bei Saprolegnia monoica. — Berichte der Deutsch. Botan. Gesellschaft, Bd. XXVI (Festschrift). Berlin 1908.
CRAMER, C., Über Caloglossa Leprieurii. — Festschrift zur Feier des fünfzigjährigen Doctor-Jubiläums der Herren Prof. Dr. K. W. von Nägeli und Geheimr. Prof. Dr. A. von Kölliker. Zürich 1891.
DAVIS, B. M., Development of the cystocarp of Champia parvula. — Botanical Gazette, Vol. XXI, Chicago 1896.
——, The Fertilization of Batrachospermum. — Annals of Botany, Vol. X, London 1896.
——, Development of the procarp and cystocarp in the genus Ptilota. — Botanical Gazette, Vol. 22, Chicago 1896.
——, Kerntheilung in der Tetrasporenmutterzelle bei Corallina officinalis L. var. mediterranea. — Berichte der Deutsch. Botan. Gesellschaft, Band XVI, Berlin 1898.
——, Oogenesis in Saprolegnia. — Botanical Gazette, Vol. 35, Chicago, 1903.
——, Oogenesis in Vaucheria. — Botanical Gazette, Vol. 38, Chicago 1904.
——, Spore Formation in Derbesia. — Annals of Botany, Vol. XXII, London 1908.
DERBÈS ET SOLIER, Sur les organes reproducteurs des Algues. — Annales des Scienses Naturelles, III Séries, Botanique, Tome XIV, Paris 1850.
FALKENBERG, P., Die Algen im weitesten Sinne. — SCHENK, Handbuch der Botanik, Band II, Breslau 1882.
——, Die Rhodomelaceen des Golfes von Neapel. — Fauna und Flora des Golfes von Neapel, 26, Berlin 1901.
GOEBEL, K., Ueber einige Süsswasserflorideen aus Britisch-Guyana. — Morphologische und biologische Bemerkungen 6. — Flora oder Allg. botan. Zeitung, Bd. 83, 1897.
——, Eine Süsswasserfloridee aus Ostafrika. — Morphologische und biologische Bemerkungen 8. — Flora oder Allg. botan. Zeitung Bd. 85, 1898.
GUIGNARD, L., Développement et constitution des Anthérozoides. Floridées. — Revue générale de Botanique, Tome 1, Paris 1889.
HARVEY, W. H., Nereis Australis. — London 1847.
——, Short Characters of three new Algæ from the Shores of Ceylon. — Hookers Journal of Botany, Vol. VI, London 1854.
——, Some Account of the Marine Botany of the Colony of Western Australia. — The Transactions of the Royal Irish Academy, Vol. XXII, Part I, Dublin 1855.
——, Phycologia Australis, Vol. I—V. — London 1858—63.

Harvey-Gibson, R. J., Notes on the Histology of Polysiphonia fastigiata (Roth) Grev. — Journal of Botany, Vol. 28, 29, London 1890—91.

——, On the Structure and Development of the Cystocarps of Catenella Opuntia Grev. — Journal of the Linnean Society, Botany, Vol. XXIX, London 1892.

Hassenkamp, A., Ueber die Entwickelung der Cystocarpien bei einigen Florideen. — Botanische Zeitung, Jahrg. 60, Leipzig 1902.

Hauptfleisch, P., Die Fruchtentwickelung der Gattungen Chylocladia, Champia und Lomentaria. — Flora oder Allgemeine botanische Zeitung 1892.

Hering, Diagnoses Algarum novarum a cl. Dre. Ferdinand Krauss in Africa Australi lectarum (1841). — Annals and Magazine of Natural History, Vol. VIII, London 1842.

Heydrich, F., Das Tetrasporangium der Florideen, ein Vorläufer der sexuellen Fortpflanzung. — Bibliotheca Botanica Nr. 57, Stuttgart 1902.

Hooker, J. W., Icones plantarum 7, 8. 2d. Series 3—4 (new series) London 1844, 48.

Janczewski, E., Notes sur le développement du cystocarpe dans les Floridées. — Mémoires de la Société nationale des Sciences naturelles de Cherbourg, Tome XX, Cherbourg 1877.

Johnson, T., Callosities of Nitophyllum versicolor, Harv (1891). — Scientific Proceedings of the Royal Dublin Society, New Series, Vol. 7, Dublin 1891—92.

Kjellman, F. R., Om Floridé-slägtet Galaxaura, dess organografi och systematik. — K. Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar, Band 33, N:o 1. Stockholm 1900.

Krauss, F., Abbildung und Beschreibung der Martensia elegans Hering, einer neuen Algen-Gattung; aus den hinterlassenen Papieren des verstorbenen Hrn. Apothekers Hering in Stuttgart. — Flora 1844, Nr. 47.

Kuckuck, P., Bemerkungen zur marinen Algenvegetation von Helgoland. — Wiss. Meeresunters. N. F. Erster Band. Heft 1. Kiel & Leipzig 1894.

Kützing, F. T., Phycologia generalis. — Leipzig 1843.

——, Species Algarum. — Leipzig 1849.

——, Tabulæ phycologicæ, Band XIX. — Nordhausen 1869.

Lotsy, J. P., Vorträge über Botanische Stammesgeschichte. Band 1. — Jena 1907.

Mazza, A., Saggio di Algologia Oceanica. Fam. III. Delesseriaceæ. — La Nuova Notarisia, Ser. XIX, april. Padua 1908.

Mücke, M., Zur Kenntnis der Eientwicklung und Befruchtung von Achlya polyandra de Bary. — Berichte der Deutsch. Botan. Gesellschaft, Band XXVI a, Heft 6, Berlin 1908.

Nägeli, C., Die neuern Algensysteme und Versuch zur Begründung eines eigenen Systems der Algen und Florideen. — Neue Denkschriften der allgem. schweizerischen Gesellsch. für die gesammten Naturwissenschaften. Zürich 1847.

——, Wachsthumsgeschichte von Hypoglossum Leprieurii (Mont.) Kg. — Pflanzenphysiologische Untersuchungen von C. Nägeli und C. Cramer. Heft 1, Zürich 1855.

Nienburg, W., Zur Keimungs- und Wachstumsgeschichte der Delesseriaceen. — Botanische Zeitung, Jahrg. 66. (Heft X, XI) Leipzig 1908.

Oltmanns, F., Zur Entwickelungsgeschichte der Florideen. — Botanische Zeitung, Jahrg. 56 (Heft VI—VIII) Leipzig 1898.

——, Morphologie und Biologie der Algen, I, II. — Jena 1904—05.

Petersen, H. E., Danske arter af slægten Ceramium (Roth) Lyngbye (Sur les espèces danoises du genre Ceramium). — Mémoires de l'Academie Royale des Sciences et des Lettres de Danemark, 7me sér., Sect. des Sciences, t. V, n° 2. Copenhague 1908.

Phillips, R. W., On the Development of the Cystocarp in Rhodomelaceæ. — Annals of Botany, Vol. IX, London 1895.

——, On the Development of the Cystocarp in Rhodomelaceæ (II). — Annals of Botany, Vol. X, London 1896.

——, On the Development of the Cystocarp in Rhodymeniales. — Annals of Botany, Vol. XI, London 1897.

——, The Development of the Cystocarp in Rhodymeniales: II. Delesseriaceæ. — Annnals of Botany, Vol. XII, London 1898.

Rosenvinge, M. L. Kolderup, Sur la disposition des feuilles chez les Polysiphonia. — Botanisk Tidsskrift, Bd. 17, Köbenhavn 1888.

Schmidle, W., Einiges über die Befruchtung, Keimung und Haarinsertion von Batrachospermum. — Botanische Zeitung, Jahrg. 57, Leipzig 1899.

Schmitz, Fr., Untersuchungen über die Zellkerne der Thallophyten. — Sitzungsberichte der niederrheinischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde zu Bonn. Sitzung 4. aug. 1879.

——, Weitere Untersuchungen über die Zellkerne der Thallophyten. — Ibidem, Sitzung 7. juni 1880.

——, Untersuchungen über die Befruchtung der Florideen. — Sitzungsberichte d. Berliner Akad. d. Wissenschaften, X, Berlin 1883.

——, Kleinere Beiträge zur Kenntnis der Florideen. I, II. — La Nuova Notarisia, Ser. III, Padua 1892; Ser. IV. Padua 1893.

Schmitz, Fr. und Hauptfleisch, P., Delesseriaceæ. — Engler und Prantl, Die natürlichen Pflanzenfamilien I, 2, S. 406. — Leipzig 1897.

Smith, A. A., The Development of the Cystocarp of Griffithsia Bornetiana. — Botanical Gazette, Vol. 22, Chicago 1896.

Stevens, F. L., The compound Oosphere of Albugo Bliti. — Botanical Gazette, Vol. 28, Chicago 1899.

——, Gametogenesis and Fertilization in Albugo. — Botanical Gazette, Vol. 32, Chicago 1901.

Svedelius, N., Über die Algenvegetation eines ceylonischen Korallenriffes mit besonderer Rücksicht auf ihre Periodizität. — Botaniska Studier tillägnade F. R. Kjellman. Uppsala 1906.

Thaxter, R., Monograph of the Laboulbeniaceæ. — Memoirs of the American Academy of Art and Sciences. N. S. Vol. XII, Cambridge 1902.

Thuret, G., Recherches sur les zoospores des algues et les anthéridies des cryptogames. — Annales des Sciences Naturelles, III Série, Botanique, Tome XIV, XVI, Paris 1850—51.

Thuret, G. et Bornet, E., Études Phycologiques. — Paris 1878.

Tobler, F., Zur Morphologie und Entwicklung von Verwachsungen im Algenthallus. — Flora oder Allg. botan. Zeitung, Band 97, 1907.

de Toni, J. B., Sylloge Algarum, Vol. IV, 1—3, Padua 1897—1903.

Warming, E., Den systematiske botanik. 3dje Udgave. — Kjöbenhavn 1891.

Webber, H. J., On the Antheridia of Lomentaria. — Annals of Botany, Vol. 5, London 1890—94.

Weber v. Bosse, A., Notes on Sarcomenia miniata Ag. — Journal of Botany 1896.

Wille, N., Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der physiologischen Gewebesysteme bei einigen Florideen. — Nova Acta der Ksl. Leop.-Carol. Deutschen Akademie der Naturforscher, Band 52, Nr. 2. Halle 1887,

——, Über die Befruchtung bei Nemalion multifidum Web. et Mohr. — Berichte der Deutsch. Botan. Gesellschaft, Band 12, Berlin 1894.

Wolfe, J. J., Cytological Studies on Nemalion. — Annals of Botany, Vol. XVIII. London 1904.

Yamanouchi, S., The Life-History of Polysiphonia. — Botanical Gazette, Vol. 42, Chicago 1906 (Contribution 87 from the Hull Botanical Laboratory).

Zerlang, O. E., Entwickelungsgeschichtliche Untersuchungen über die Florideengattungen Wrangelia und Naccaria. — Flora oder Allg. botan. Zeitung, 1889, Heft 4.

Erklärung der Tafeln.

Sämtliche Figuren sind mit dem ABBE'schen Zeichensapparat gezeichnet und in natürlicher Grösse reproduziert worden mit Ausnahme von Tafel III, Fig. 6, 8—12, und Tafel IV, Fig. 9, 10, 14—18, welche bei der Reproduktion auf $^2/_3$ verkleinert worden sind.

Linsensysteme: LEITZ' achromatische Objektive (3, 6, 8, hom. Ölimmers. $^1/_{12}$); ZEISS' apochromatische Objektive, hom. Ölimmers. 2 *mm.* und Kompensationsok. 4, 8, 12.

Tafel I.

Fig. 1. *M. fragilis* ♀. Polster, von oben gesehen ($\frac{15}{1}$).

» 2. *M. fragilis* ♀. Zusammengefalteter Thalluslappen, durch Haftwurzelbüschel verwachsen ($\frac{2}{1}$).

» 3. *M. fragilis.* Junge Pflanze vor der Bildung des Netzwerks. Man beachte den wohlentwickelten Basalteil. ($\frac{2}{1}$).

» 4. *M. fragilis* ♂. Junge Pflanze mit Netzwerk und wohlentwickeltem stielähnlichem Basalteil ($\frac{2}{1}$).

» 5. *M. fragilis* ♂. Junge Pflanze, die erste Anlage zur dütenförmigen Zusammenfaltung des Thallus zeigend ($\frac{2}{1}$).

» 6. *M. fragilis* ♂. Junge Pflanze mit Tendenz zu niederliegendem Wuchs ($\frac{2}{1}$).

» 7. *M. fragilis* ♀. Junge Pflanze mit niederliegendem, teilweise angewachsenem Basalteil ($\frac{2}{1}$).

» 8—10. *M. fragilis.* Zellen aus dem zusammenhängenden, scheibenförmigen Teil, Zellkerne (*n*), zahlreiche Poren und in Fig. 10 in der Mitte ein Zellteilungsstadium zeigend ($\frac{450}{1}$).

» 11. *M. elegans* ♀. Partie aus dem oberen Teil des Netzwerks mit Cystokarpien. Man beachte die regelmässige Anordnung des Netzwerks ($\frac{2}{1}$).

» 12. *M. elegans* ♀. Basalteil niederliegend, an dem Substrat befestigt ($\frac{2}{1}$).

Tafel II.

Fig. 1. *M. elegans.* Erste Andeutung zur Anlage des Netzwerks aus einer Randzone Zellen, plasmareicher und mit stärker färbbaren Zellkernen als die Innenzellen. Man beachte auch die interkalare Teilung der Innenzellen ($\frac{800}{1}$).

» 2. *M. elegans.* Anlage des Netzwerks. Die Randzellen haben sich gestreckt, und Plasma hat sich vorzugsweise in der Spitze angehäuft. Ganz rechts Andeutung zur Teilung der Zelle ($\frac{800}{1}$).

» 3. *M. elegans.* Anlage des Netzwerks. Die Randzellen haben sich in Scheitelzelle (*sz*) und Basalzelle (*bz*) geteilt ($\frac{800}{1}$).

» 4. *M. elegans.* Anlage des Netzwerks. Die Randzellen haben sich in Scheitelzelle (*sz*), Basalzelle (*bz*) sowie ausserdem eine interkalar entstandene Mittelzelle (*mz*) geteilt ($\frac{800}{1}$).

» 5. *M. elegans.* Ausbildung des Netzwerks. Zwischen der Scheitelzelle und der ungeteilten Basalzelle (*bz*) haben sich mehrere Zellen interkalar ausgebildet ($\frac{800}{1}$).

» 6. *M. fragilis.* Lamellenpartie, von der Oberfläche aus gesehen, mit Tetrasporangiumanlage, die durch ihren reicheren plasmatischen Inhalt und schärfer hervortretende Kerne gekennzeichnet ist ($\frac{650}{1}$).

» 7. *M. fragilis.* Wie in Fig. 6, aber auf einem mehr vorgeschrittenen Stadium ($\frac{650}{1}$).

» 8. *M. fragilis.* Tetrasporangiensorus, von der Oberfläche aus gesehen. Die Tetrasporen meistens fertiggebildet ($\frac{650}{1}$).

» 9. *M. fragilis.* Querschnitt durch eine Lamelle mit junger Tetrasporangiumanlage, noch in Ausbildung begriffen ($\frac{650}{1}$).

» 10. *M. fragilis.* Wie in Fig. 9, aber mit zwei Tetrasporangiumanlagen, links nach aussen hin durch eine Zelle abgegrenzt ($\frac{650}{1}$).

Tafel III.

Fig. 1. *M. fragilis.* Tetrasporenmutterzelle mit dem schwach netzförmig durchbrochenen Plasma wie eine Hohlkugel mit zahlreichen, scharf hervortretenden Kernen ($\frac{1500}{1}$).
2. *M. fragilis.* Tetrasporenmutterzelle mit beginnender Kerndegeneration in Zusammenhang mit der Vermehrung des Plasmas ($\frac{1000}{1}$).
3. *M. fragilis.* Tetrasporenmutterzelle, fast alle Kerne (bis auf einige) aufgelöst. Das Plasma füllt das ganze Innere der Zelle aus ($\frac{1000}{1}$).
4. *M. fragilis.* Tetrasporenmutterzelle, sämtliche Kerne bis auf einen in der Mitte aufgelöst ($\frac{1000}{1}$).
5. *M. fragilis.* Tetrasporenmutterzelle, wo aus dem überlebenden Zellkern 4 Tochterkerne entstanden sind. Spaltungsfurchen beginnen an der Peripherie aufzutreten ($\frac{1000}{1}$).
6. *M. fragilis.* Tetrasporenmutterzelle, fast vollständig in 4 Tetrasporen geteilt, jede mit einem Zellkern und zahlreichen Chromatophoren ($\frac{666}{1}$).
7. *M. fragilis.* Bild von zerfallenden Zellkernen (*n*) ($\frac{1500}{1}$).
8. *M. fragilis* ♂. Querschnitt durch eine Lamelle, die ersten Zellteilungen bei der Entwicklung der Spermatangien zeigend ($\frac{666}{1}$).
9. *M. fragilis* ♂. Querschnitt durch eine Lamelle, die Entwicklung der Spermatangien (*s*) aus ihren Spermatangienmutterzellen (*sm*) zeigend ($\frac{666}{1}$).
10. 11. *M. fragilis* ♂. Lamelle, von der Oberfläche aus gesehen, die ersten Zellteilungen bei der Entwicklung der Spermatangien zeigend ($\frac{430}{1}$).
12. *M. fragilis* ♂. Lamelle, von der Oberfläche aus gesehen, mit Spermatangien ($\frac{430}{1}$).

Tafel IV.

Fig. 1. *M. fragilis* ♂. Querschnitt durch eine Lamelle mit Spermatangien (*s*) und zweikerniger Spermatangienmutterzelle (*sm*) ($\frac{1000}{1}$).
2. *M. fragilis* ♂. Wie in Fig. 1. Man beachte das körnige Aussehen der Kerne (Chromosomen?) und die Pore zwischen der Spermatangienmutterzelle und der ursprünglichen Lamellenzelle ($\frac{1500}{1}$).
3. *M. fragilis* ♂. Spermatangienmutterzellen (*sm*) mit Spermatangien (*s*). Links ist das erste Spermatangium, dessen Reste an der Spitze zu sehen sind, bereits abgeschnürt worden, während das zweite in Bildung begriffen ist ($\frac{1500}{1}$).
4. *M. fragilis* ♂. Spermatangienmutterzelle (*sm*) und Spermatangium (*s*). Der Kern der Spermatangienmutterzelle wandert nach der Spitze hinauf ($\frac{1500}{1}$).
5, 6. *M. fragilis* ♂. Spermatangienmutterzellen. Die meisten im Absterben begriffen. Die rechts (*sm*) ihr letztes Spermatangium abschnürend ($\frac{1500}{1}$).
7. *M. fragilis* ♀. Lamellenrand mit Karpogonast (*cpa*), nicht völlig entwickelt; *trz* = Tragzelle; *ca* axile Zellenreihe. Nach einem Quetschpräparat! ($\frac{650}{1}$).
8. *M. fragilis* ♀. Karpogon mit Trichogyne. Mehrere Zellkerne sowohl in diesem wie in dem Basal- (Oon-) Teil ($\frac{1500}{1}$).
9. *M. fragilis* ♀. Karpogonast (*cpa*) nach der Befruchtung mit der Auxillarzelle (*az*), aus der Tragzelle (*trz*) entwickelt, die gleichfalls zwei sterile Äste (*stz*) entwickelt hat ($\frac{666}{1}$).
10. *M. fragilis* ♀. Die erste Teilung der Auxiliarzelle in Fusszelle (*fz*) und Zentralzelle (*ctrz*). Die Pore zwischen der Auxiliarzelle und der Tragzelle (*trz*) deutlich ($\frac{666}{1}$).
11. *M. fragilis* ♀. Die Auxiliarzelle hat mehrere halbmondförmige Tochterzellen abgeteilt. Man beachte die grossen Zellkerne (*n*) ($\frac{1000}{1}$).
12. *M. fragilis* ♀. Erste Entwicklung des Gonimoblasten; *n* = Zellkerne ($\frac{500}{1}$).
13. *M. fragilis* ♀. Bildung der Karpospore (*cp*) ($\frac{1000}{1}$).
14. 15. *M. fragilis.* Karposporen ($\frac{666}{1}$).
16. *M. fragilis.* Porenbildung zwischen den basalen Zellen des Gonimoblasten ($\frac{333}{1}$).
17. 18. *M. fragilis.* Riesenförmig ausgebildete Zellkerne in den basalen Zellen des Gonimoblasten. Man beachte den geringen Chromatingehalt. In Fig. 17 sieht man die stark netzförmige Struktur des Plasmas ($\frac{333}{1}$).

Tryckt den 19 december 1908.

Uppsala 1908. Almqvist & Wiksells Boktryckeri-A.-B.

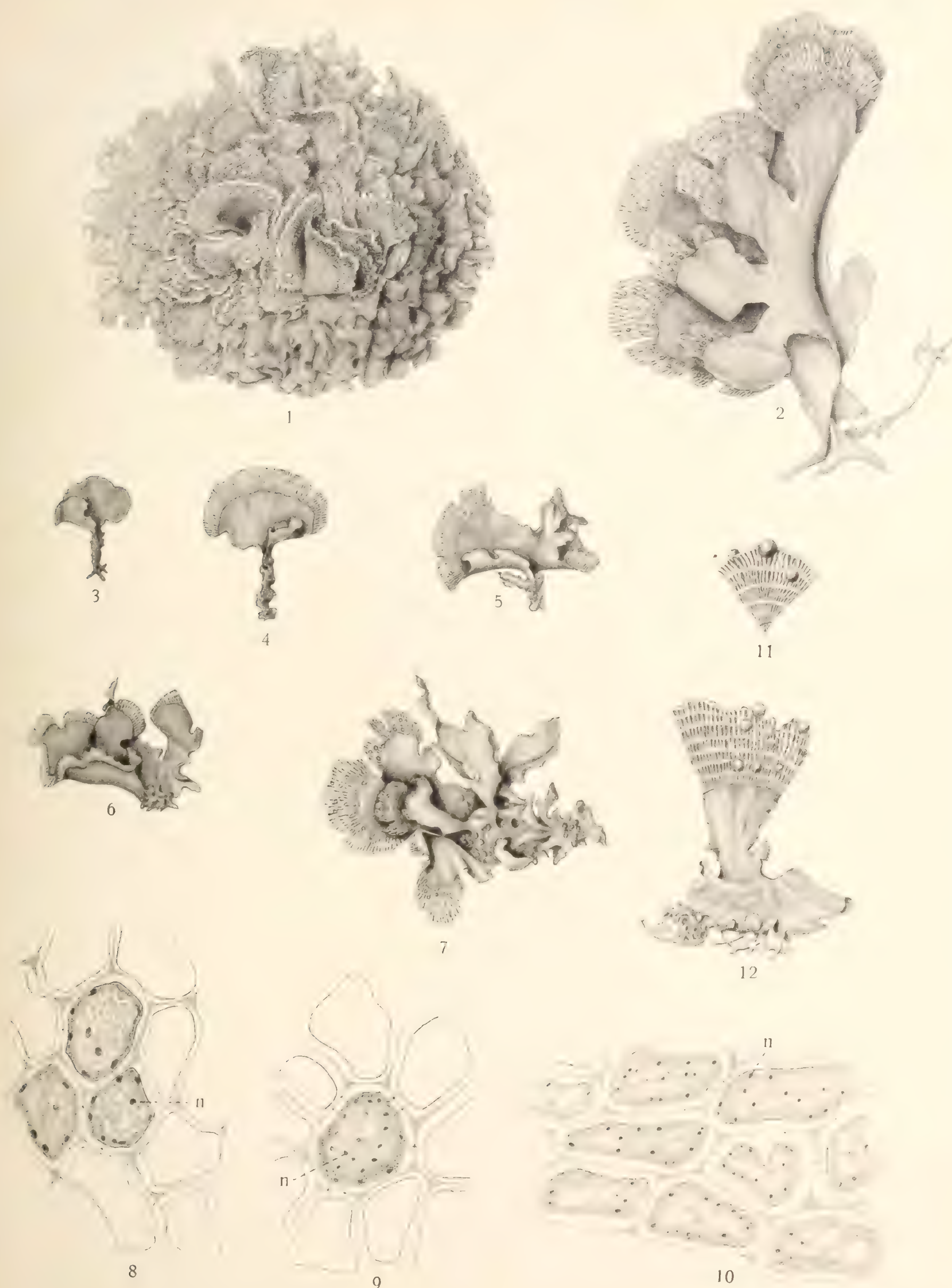
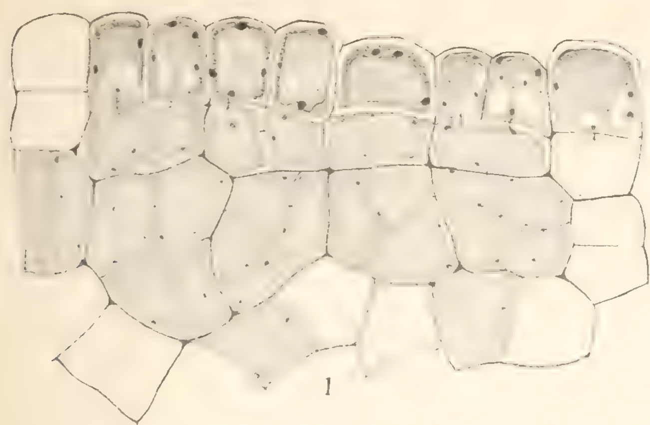


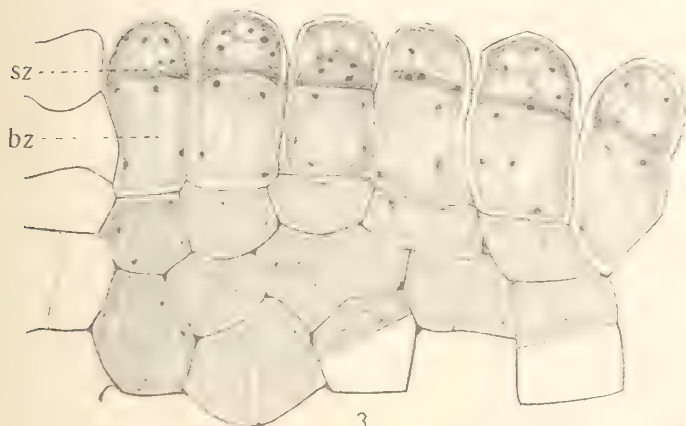
Fig. 1—7; 11, 12 Thulin et Obbarius, fig. 8—10 Svedelius del.

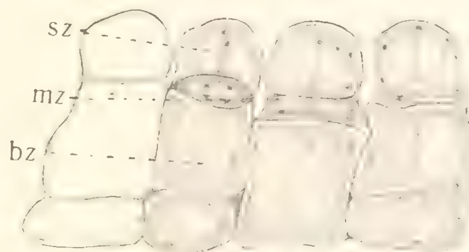
Martensia fragilis 1—10; Martensia elegans 11, 12.

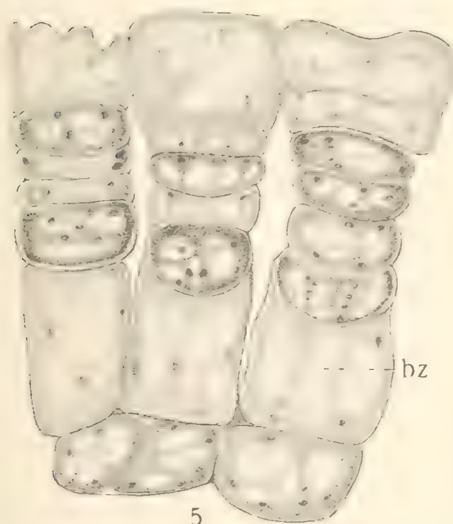
Cederquists Graf. A.-B. Sthlm.



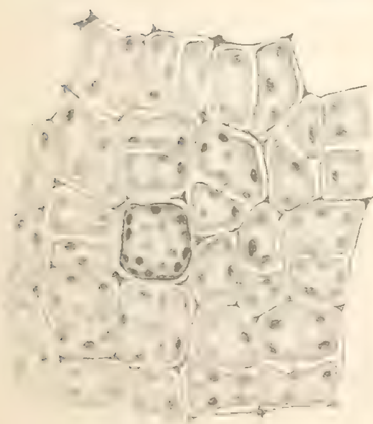


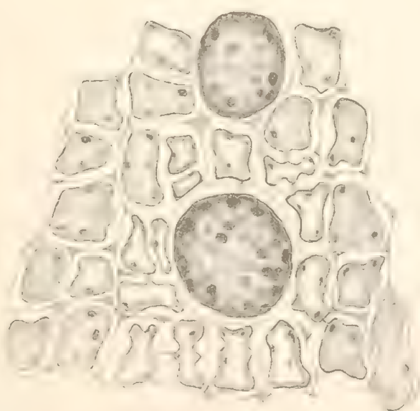


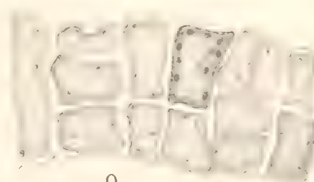










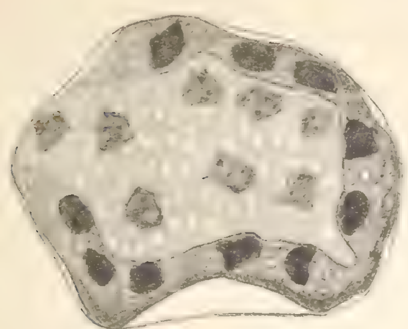


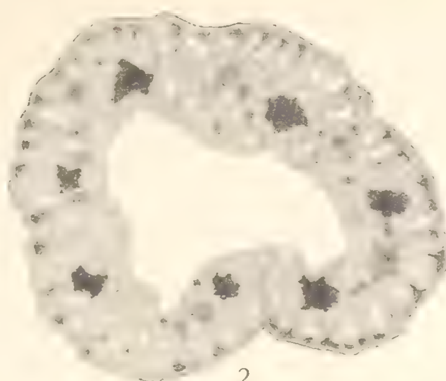


Svedelius del.

Martensia elegans 1—5; Martensia fragilis 6—10.

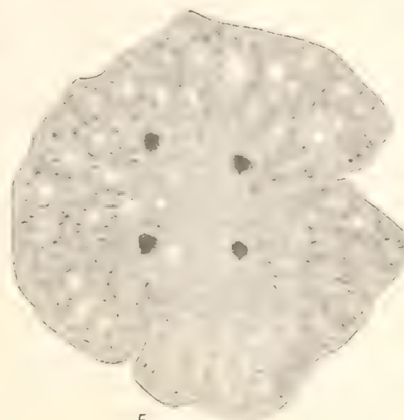
Cederquists Graf. A.-B. Sth'm.

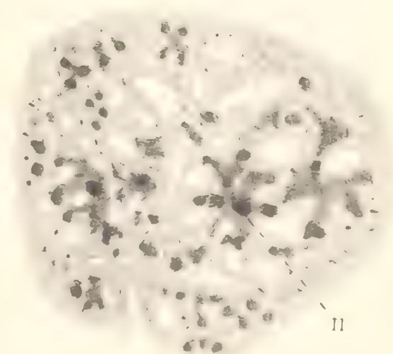

1


2


3

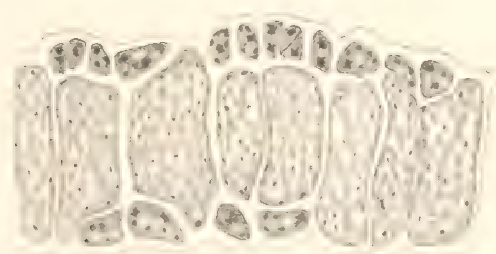

4


5



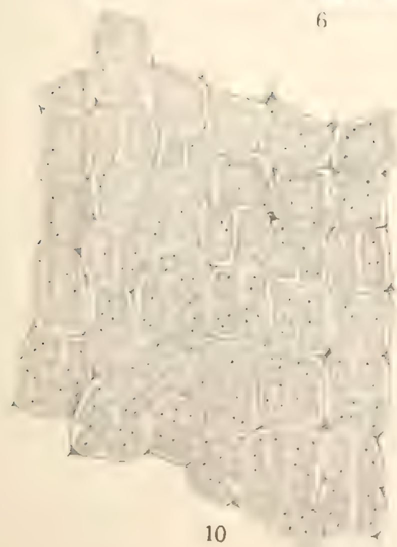
7

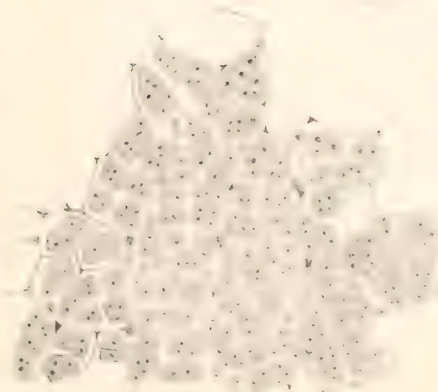

6

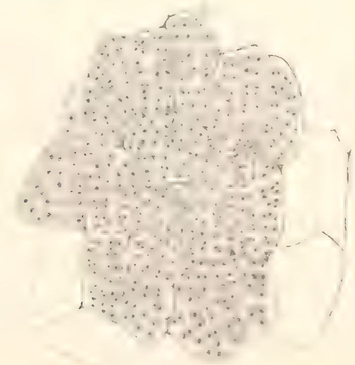

8



9


10


11


12

Svedelius del.

Martensia fragilis.

Cederquists Graf. A.-B. Sthlm.



Svedelius del.

Martensia fragilis.

Cederquists Graf. A.-B. Sthlm.

KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 43. N:o 8.

PALÄOBOTANISCHE MITTEILUNGEN

7

VON

A. G. NATHORST

MIT 3 TAFELN UND 12 TEXTFIGUREN

MITGETEILT AM 2. DEZEMBER 1908

UPPSALA & STOCKHOLM
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.
1908

7. Über Palissya, Stachyotaxus und Palaeotaxus.

Die Gattung *Palissya* wurde bekanntlich von ENDLICHER in seiner Synopsis coniferarum 1847 aufgestellt (1) und zwar für dieselben Reste, die FR. BRAUN einige Jahre vorher (1843) unter dem Namen *Cunninghamites sphenolepis* beschrieben und abgebildet hatte (2). Der Zapfen wurde von ENDLICHER folgendermassen charakterisiert: »Strobilus ovatus e squamis laxe imbricatis spathulaeformibus dorso convexis costa longitudinali percursis», eine ziemlich nichtssagende Diagnose, die auch für andere Coniferenzapfen gelten kann. Er nannte die Art *Palissya Braunii*, ein Name, der nach den jetzigen Prioritätsgesetzen jedoch nicht beibehalten werden kann, da sie hiernach *Palissya sphenolepis* genannt werden muss. Auch gegen diesen Namen können aber Einwände gemacht werden, weil PRESL noch früher als BRAUN — und zwar 1838 in STERNBERG's »Flora der Vorwelt» (3) — einige Zweigreste beschrieben hatte, die nach SCHENK (4) ebenfalls der betreffenden Art angehören. Diese Zweigreste wurden auf drei verschiedene Arten zurückgeführt und als *Pinites Roessertianus*, *Cunninghamites dubius* und *Taxodites tenuifolius* bezeichnet. Von diesen scheint mir jedoch *Pinites Roessertianus* so zweifelhaft — SCHENK (l. c.) hält den Rest für »die sehr schlecht erhaltenen weiblichen Blütenstände» — dass er keine Berücksichtigung verdient. *Cunninghamites dubius* ist auch zweifelhaft, es kann sich um *Elatides* handeln. Wahrscheinlicher ist es, dass *Taxodites tenuifolius* wirklich zu *Palissya sphenolepis* gehören kann, da aber dies nicht mit Sicherheit zu entscheiden ist — es handelt sich um sehr fragmentarische Zweigreste — dürfte es am richtigsten sein, nicht weiter als zu FR. BRAUN's *Cunninghamites sphenolepis* zurückzugehen um einen sicheren Ausgangspunkt für die Feststellung des Artnamens zu erzielen, und zwar um so mehr als ja auch der Zapfen von BRAUN beschrieben wurde. Dieser Zapfen war allerdings nach SCHENK, der das Original untersucht hat, nicht vollständig, sondern nur ein Teil von einem solchen — und daher ist ENDLICHER's Angabe, dass der Zapfen von *Palissya* eiförmig war, nicht stichhaltig, denn der vollständige Zapfen ist cylindrisch — es handelt sich aber in Wirklichkeit um dieselbe Art, von welcher später mehrere vollständige Zapfen bekannt geworden sind. Unter solchen Umständen ist die Beibehaltung des BRAUN'schen Artnamens vollkommen berechtigt, und ich bezeichne die Pflanze demnach als *Palissya sphenolepis* FR. BRAUN sp.

UNGER (Gen. et spec. plant. foss., 1850) und GÖPPERT (Monogr. d. foss. Coniferen, 1850) führen die Pflanze nach den Angaben ENDLICHER's auf, bei GÖPPERT findet sich auch eine Kopie der Abbildung BRAUN's. Erst durch die vorzügliche Arbeit SCHENK's über die fossile Flora der Grenzschichten (4) wird unsere Kenntnis von der Pflanze bereichert. Die Zapfen wurden hier als cylindrisch mit mehreren Samen an jeder Zapfenschuppe angegeben, die Struktur der Kutikula der Blätter wird beschrieben u. s. w. Doch glaube ich nicht, dass SCHENK's Angabe, dass die Blätter »der fertilen Zweige verkürzt, schuppenförmig, übereinanderliegend, angedrückt, eiförmig länglich, spitz», also von denjenigen der sterilen Zweige abweichend seien, richtig ist, und sonach meine ich, dass das Exemplar, welches SCHENK auf seiner Taf. 41, Fig. 5 abgebildet hat, nicht zu dieser Art gehört. Jedenfalls ist die Zugehörigkeit zu *Palissya sphenolepis* in keiner Weise erwiesen.



Fig. 1. »*Palissya Braunii* Endl. *a. a.* Einzelne Zapfenschuppen mit Samen». Faksimile nach SCHENK (6).

Fig. 2. »*Palissya Braunii* Endl. Vier Zapfenschuppen mit Samen, schwach vergrössert». Faksimile nach SCHENK (7).

SCHENK bildet hier zum ersten Mal einen Zapfen mit geöffneten Schuppen ab (l. c., Taf. 41, Fig. 9), an welchen, seiner Meinung nach, mehrere Samen zu sehen sind, das Exemplar wird aber merkwürdigerweise im Texte nicht näher besprochen. SCHIMPER's Angaben im Traité de pal. vég. sind, ebenso wie die von ihm mitgeteilten Abbildungen, aus SCHENK's Arbeit entlehnt.

SAPORTA (5) deutete den soeben erwähnten Zapfen in anderer Weise als SCHENK. Er meinte nämlich, dass jede Zapfenschuppe aus zwei mit einander verwachsenen Schuppen — eine am Rande gelappte Fruchtschuppe und die Deckschuppe — bestehe; was SCHENK als Samen gedeutet hatte, sollten die Lappen der Fruchtschuppe sein. Dieser Deutung entsprechend bildete SAPORTA die Zapfenschuppen von *Palissya* mit gekerbtem oder gefiedertem Rande ab, je ein Same sollte auf der Fläche eines jeden Läppchens gestanden haben. SCHENK hat gegen diese Deutung eingewendet (6 und 7), dass die Zapfenschuppen sicher g a n z r a n d i g sind. Er bildet »vier Zapfenschuppen mit Samen, schwach vergrössert» in den beiden erwähnten Aufsätzen ab, wobei jedoch zu bemerken ist, dass die mutmasslichen Samen in der ersten Abbildung (siehe unsere Textfigur 1) ein mehr hautartiges Aussehen haben als in der zweiten (Textfigur 2). SOLMS scheint dieselben nicht als Samen anerkennen zu wollen, denn er spricht sich (8) über die von SCHENK mitgeteilten Abbildungen folgendermassen aus: »Seine Schuppen sind flach, verlängert lanzettlich und zugespitzt, ihr Seitenrand ist unterwärts durch kurze, aufwärts gerichtete, lappenförmige Vorsprünge wie gefiedert. Von diesem Tatbestand habe ich mich an den schönen Exemplaren des British Museum Geol. Dept. überzeugt. Die cylindrischen noch geschlossenen Zapfen dagegen lassen lediglich gedrängte übereinanderliegende lanzett-

liche Schuppen erkennen. An einem derselben, der zerdrückt ist [SCHENK, 7, Fig. 230, *c*] und bei dem man erwarten sollte die seitlichen Läppchen zu sehen, sind diese nicht deutlich, wodurch seine Zugehörigkeit zweifelhaft wird... Mit der Angabe, dass die Schuppe mehrere Samen trage, bezieht er sich auf die obenerwähnten seitlichen Läppchen, die in den Detailfiguren als stark gewölbte Samen von sehr unregelmässiger Form erscheinen; in der sehr kurzen ursprünglichen Darstellung spricht er sich darüber gar nicht aus».

Wie mir weiter unten sehen werden, ist SCHENK's Auffassung im grossen ganzen richtig, die Schuppen sind entschieden ganzrandig, aber was SCHENK als Samen deutete sind wahrscheinlich in den meisten Fällen keine solche. SOLMS hebt übrigens selbst hervor, dass *Palissya* »genauerer Aufklärung aufs dringendste bedarf».

SCHENK ist bei einer späteren Gelegenheit (9) auf *Palissya* zurückgekommen und hält an seinem alten Standpunkt fest. »Sind die Zapfen geöffnet», sagt er, »so stehen die Schuppen beinahe horizontal ab, auf ihrer Fläche bemerkt man die Samen, welche den Schuppen das gefiederte Ansehen geben und von SAPORTA als Läppchen abgebildet sind». Hier wird ferner ausdrücklich bemerkt, dass er die Zapfen nicht an Zweigen gesehen habe.

Palissya sphenolepis ist bekanntlich von vielen verschiedenen Lokalitäten rhätischen Alters angeführt worden, da aber die meisten Angaben sich auf Zweigreste beziehen, bleibt die Bestimmung oft zweifelhaft. Dasselbe gilt auch für nicht geöffnete Zapfen, die unserer Pflanze beigelegt worden sind. Der von mir (10) seinerzeit beschriebene mutmassliche *Palissya*-Zapfen von Pålsjö hat sich später als zu *Schizolepis* gehörig erwiesen; wie es sich mit den Zweigresten derselben Lokalität verhält, kann ich augenblicklich nicht sagen. Sie sind äusserlich denen von *Palissya* sehr ähnlich, was ja nicht viel zu bedeuten hat.

Es erübrigt endlich, um diese Übersicht von den verschiedenen Ansichten betreffs *Palissya* zu vervollständigen, eine von LIGNIER neuerdings angedeutete Möglichkeit zu erwähnen (11). »On peut se demander», sagt er, »si, malgré le port coniférien des appareils végétatifs qui les accompagnent et qui peuvent résulter d'une adaptation spéciale, les cônes rhétiens connus sous le nom de *Palissya* ne montrent pas une survivance modifiée de la phase ptéridostrobile unisexuée à tendance angiospermique. Les feuilles séminifères y semblent en effet insérées directement sur l'axe du strobile et ressemblent à des carpelles déjà carénés, mais encore ouverts, qui porteraient une rangée d'ovules libres et dressés sur chacune de leur marges».

Schon vor mehr als zwanzig Jahren bekam ich aus der Kohlengrube Stabbarp in Schonen einige von Herrn A. F. CARLSON, dem wir so viele interessante Fossilfünde verdanken, gesammelte Exemplare von *Palissya sphenolepis*, die gute Aufschlüsse über den Bau der Zapfen gewähren und auch darum von Bedeutung sind, weil die Zapfen noch mit Zweigen in Verbindung vorkommen. Sie wurden vom Flöze »JEAN MOLIN», das zur pflanzenführenden »Zone mit *Thaumatopteris Schenki*» gehört, zusammen mit *Czekanowskia rigida* Hr, *Baiera spectabilis* Nath., *Pterophyllum aequale* Brongn. u. a. gewonnen; das Alter der Ablagerung ist rhätisch. Die wichtigsten

Exemplare wurden bald nach deren Empfang abgebildet und die Resultate der Untersuchung derselben werden in der dritten Lieferung (1886) von Floran vid Bjuf (12) kurz erwähnt. Der betreffende Passus (l. c. p. 106) lautet in Übersetzung: »Diese Abdrücke beweisen unwiderleglich, dass die Zapfenschuppen ganzrandig waren und dass die Samen unmittelbar neben dem Mittelkiel der Schuppe, also nicht auf über den Rand derselben heraustretenden Läppchen einer 'Fruchtschuppe' placiert waren. Jeder Same war ringsum von einer freien, hautartigen, mit der 'Ligula' [EICHLER] von *Cunninghamia* analogen Lamelle umgeben, die infolge des Druckes scheinbar mit der Schuppe zusammenfliessen und dann wie eine Ausbuchtung ihres Randes aussehen kann. SAPORTA's Auffassung ist also z. T. unrichtig, wenn auch begreiflich, während SCHENK wahrscheinlich seinerseits in einigen Fällen die freien Teile der 'Ligula' mit den Samen verwechselt hat».

Dies war wie schon erwähnt 1886, seit welcher Zeit die Exemplare nebst den Zeichnungen liegen geblieben sind. Ich gehe jetzt zur Beschreibung derselben über.

Die Zapfen (Taf. 1, Fig. 1) scheinen an die Spitze von kurzen Seitenzweigen gestellt zu sein, die selbst an dickeren Zweigen in grosser Zahl zusammen vorkommen, d. h. diese Zweige trugen viele Zapfen neben einander. Die allerdings sehr fragmentarischen Blätter, die an den fertilen Zweigen noch erhalten sind, scheinen, soweit ihre Erhaltung ein Urteil zulässt, mit denjenigen der hier vorkommenden sterilen Zweige übereinzustimmen, und diese sind ihrerseits den von FR. BRAUN und SCHENK beschriebenen Zweigresten aus Franken ähnlich. Die Figuren 9 bis 16 auf unserer Taf. 1 stellen einige Zweig- und Blattreste von Stabbarp dar. Die Oberseite der verkohlten Blätter (Fig. 11, unten links, 14 und 15) ist flach oder etwas gewölbt, während die Unterseite einen Längskiel, d. h. einen Mittelnerven, aufzuweisen hat (Fig. 13). Wenn man die Kohlesubstanz eines verkohlten Blattes, das mit seiner Oberseite vorliegt, vorsichtig entfernt, so dass der Abdruck der Unterseite hervortritt (Fig. 16), so scheint der Abdruck des Mittelnerven unter der Lupe aus zwei parallelen, einen schmalen Längskiel umschliessenden Rinnen zu bestehen, d. h. in der Mitte des Nerven hat sich eine Längsrinne befunden. In wie weit diese Struktur ursprünglich war oder ob sie als eine Eintrocknungserscheinung aufzufassen ist, kann ich nicht sagen. Mikroskopische Präparate der Blattkutikula zeigen (Taf. 1, Fig. 17, links, 18), dass die Spaltöffnungen in zwei parallelen Längszonen auf der Blattunterseite aufgestellt waren, während sie an der Oberseite (Fig. 17 rechts) fehlen.[1]

Dieser Bau stimmt nicht mit den Angaben SCHENK's (4) überein, laut welcher auch an der Oberseite des Blattes »die nicht sehr zahlreich vorhandenen Spaltöffnungen in einfachen Reihen stehen», während die Spaltöffnungen der Blattunterseite »zahlreich, in Reihen liegend, von Wallzellen umgeben sind». In den von SCHENK mitgeteilten Abbildungen (Taf. 41, Fig. 12 a, 12 b) kommen diese Reihen jedoch nicht zu sehen. Diese Differenzen scheinen anzudeuten, dass die von mir untersuchten Zweigreste von Stabbarp nicht zu derselben Art gehören wie die von SCHENK

[1] Es muss betreffs dieser Präparate hervorgehoben werden, dass ich die Blattfragmente nach der Einwirkung von chlorsaurem Kali und Salpetersäure mit Ammoniak behandelt habe, wobei die Schliesszellen der Spaltöffnungen gelöst und weggespült wurden.

beschriebenen entsprechenden Reste aus Franken. Die Zugehörigkeit der Zweigreste zu den Zapfen bleibt also immerhin ungewiss, denn die an den fertilen Zweigen vorkommenen Blattfragmente sind für die Herstellung von mikroskopischen Präparaten nicht geeignet.

Das weitaus grösste Interesse bieten die von Stabbarp erhaltenen Zapfenreste. Eine Stufe zeigt eine grosse Menge von zerdrückten Zapfen und Zapfenresten nebeneinander, die aber zu sehr zusammengehäuft sind als dass ihre Anheftung an den Zweigen ermittelt werden könnte. Beiläufig sei hier bemerkt, dass auch die Stufe, auf welcher sich das Originalexemplar von SCHENK's Taf. 41, Fig. 9 befindet, und die ich 1880 in Würzburg besehen habe, mehrere andere Zapfenreste neben dem von SCHENK beschriebenen aufzuweisen hat. SCHENK's Angabe (4), dass die Blätter der fertilen Zweige »verkürzt, schuppenförmig, übereinanderliegend, angedrückt, eiförmig länglich, spitz» sind, hat sich nicht bestätigt, und das Exemplar seiner Taf. 41, Fig. 5 gehört ganz gewiss nicht hierher.

Die Zapfenschuppen sind nicht nur auf ihrer Rückseite gekielt, auch auf der Innenseite derselben findet sich eine wenn auch schwach hervortretende Mittelleiste, die Schuppe war also von einem Hauptleitbündel durchzogen.

Von allergrösster Bedeutung ist das auf unserer Taf. 1, Fig. 1 abgebildete Exemplar, das mehrere Zweige mit z. T. noch anheftenden Zapfenresten zeigt. Mehrere Zapfenschuppen liegen nämlich mit sehr scharfen und deutlichen Abdrücken ihrer Innenseite vor und geben über die Anheftungsweise der Samen vollständige Aufschlüsse und beweisen dazu unwiderleglich, dass — wie SCHENK wiederholt betont hat — die Schuppen ganzrandig waren. Besonders instruktiv sind die Schuppen bei *a* der erwähnten Figur, die in Fig. 2 derselben Tafel in etwas mehr als doppelter Grösse wiedergegeben sind. Drei der Schuppen liegen mit Abdrücken ihrer Innenseite, die vierte dagegen im Längsschnitt vor. Jene zeigen zu beiden Seiten der Mittellinie fünf (an anderen Exemplaren finden sich sechs) in einer Längsreihe sitzende Narben. Da aber die Narben jeder Reihe denselben der anderen Reihe genau gegenüberstehen, kann man auch von fünf bis sechs Narbenpaaren auf jeder Schuppe sprechen; zuweilen sind aber einzelne Narben abortiert. Es ist ohne weiteres klar, dass diese Narben nicht die Abdrücke von Samen sein können, denn sie hätten in solchem Falle als konkave Eindrücke hervortreten müssen. In der Mitte einer jeden Narbe befindet sich an den am besten erhaltenen Abdrücken ein Kegel mit abgestutzter Spitze, der ringsum von einer Vertiefung umgeben ist (Taf. 1, Fig. 3). Die Seiten des Kegels sind zart gestreift und bei guter Erhaltung von der abgestutzten Spitze scharf getrennt. Die Narben sind also Abdrücke von schalen- oder becherförmigen Organen, die ich vorläufig Cupulae oder Samenbecher nennen will (vergl. p. 9) und deren Seiten verhältnismässig dünn gewesen sind. Dies beweist die vierte Schuppe, die einen Längsschnitt etwa durch die Mitte einer Narbenreihe darstellt (Taf. 1, Fig. 2, links, und Fig. 5, in stärkerer Vergrösserung). Weil die Becher hier parallel mit der Schichtfläche liegen und demnach von der Seite gesehen werden, kommt ihre volle Höhe zu Gesicht. Sie sehen hier wie dünne, hautartige, gestreifte Lamellen aus, deren hinterer Rand etwas niedriger als der vordere gewesen zu sein scheint. Wenn

eine solche Lamelle sich über den Rand der Schuppe erstreckt, ist dieser an dem Abdruck der Innenseite der Schuppe wie zerbrochen (Taf. 1, Fig. 3, rechts, und 4, rechts), denn die Schuppe selbst hat ja hier keinen Abdruck in den Schlamm machen können. Wenn die Zapfenschuppe von der Seite gesehen wird, so dass die Becher im Profil hervortreten (Taf. 1, Fig. 6), dann hat es den Anschein, als wäre die Schuppe gelappt, wie SAPORTA und SOLMS seinerzeit unrichtig behaupteten. Ein solcher Erhaltungszustand kann allerdings sehr trügerisch sein, SCHENK hat sich aber niemals dadurch irre machen lassen, seine Auffassung, dass die Schuppen ganzrandig waren, ist richtig, und die Figur 230 *c* in seiner Paläophytologie (7) ist ein Zapfen, dessen verkohlte samentragende Schuppen grösstenteils von der Innenseite gesehen werden. Dagegen

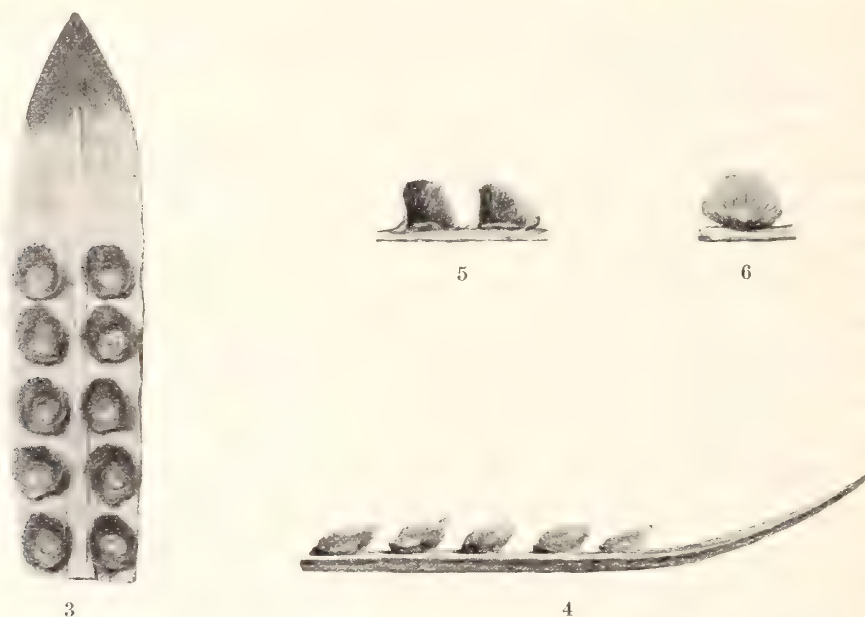


Fig. 3—6. Modelle, der Zapfenschuppe oder Teilen derselben von *Palissya sphenolepis* entsprechend. 3, oberer Teil der Schuppe von innen, und 4, von der Seite gesehen; 5, Längsschnitt durch zwei Becher; 6, zusammengedrückter Becher.

glaube ich nicht, dass seine Detailfiguren von vier Zapfenschuppen, die oben (Textfigur 1 und 2, p. 4) in Faksimile reproduziert sind, sämtlich die Samen darstellen, sondern eher die Becher, obschon es wohl möglich wäre, dass einige derselben die Samen noch umgeben haben. Wenigstens spricht seine erste Figur, deren mutmassliche Samen dünn und gestreift sind, für eine solche Deutung.

Der Same selbst war von dem Becher z. T. umschlossen und hat das Aussehen (Taf. 1, Fig. 8), das von SCHENK beschrieben wurde. An den meisten mir vorliegenden Schuppen sind die Samen weggefallen, ich habe sie nicht in Verbindung mit den Bechern beobachtet. Die kleine Narbe — die abgestutzte Kegelspitze der Abdrücke — die an der Basis der Becher vorkommt, gibt unzweifelhaft die Anheftungsstelle des Samens an, und es dürfte nur ein Same innerhalb jeden Bechers vorgekommen sein.

Ich habe in obiger Beschreibung den botanisch nichtssagenden Ausdruck Becher absichtlich benutzt, um keine unrichtige Vorstellung von den betreffenden Bildungen hervorzurufen. Es ist aber offenbar, dass diese in innigster Verbindung mit der Schuppe selbst stehen und als Auswüchse derselben zu betrachten sind. Man könnte daher geneigt sein, sie mit dem von PILGER (17) für ungefähr ähnliche Bildungen bei den Taxaceen vorgeschlagenen Namen Epimatium zu bezeichnen; bei völliger Unkenntnis sowohl von ihrer Entwickelung wie von ihrem anatomischen Bau, dürfte aber ein solcher provisorischer Name wie Becher oder Cupula vorzuziehen sein.

Alle von mir untersuchten Exemplare von Stabbarp zeigen genau den oben beschriebenen Bau: ganzrandige Schuppen mit 5—6 Samenpaaren, deren Narben vollständig mit denjenigen der hier abgebildeten Exemplare übereinstimmen. Dagegen macht sich ein ziemlich wechselndes Aussehen der Becher geltend, was mit der Weise, in welcher sie im Gestein zum Vorschein kommen, in Verbindung steht.

Um das ungefähre Aussehen der Becher unter verschiedenen Umständen zu illustrieren, habe ich einige Wachsmodelle angefertigt, die den verschiedenen Erhaltungszuständen derselben entsprechen und hier in den Textfiguren 3—6 wiedergegeben sind. Die Textfigur 3 stellt einen Teil einer Zapfenschuppe mit fünf Becherpaaren, von der Innenseite (Oberseite) gesehen, dar. Ein Abdruck dieser Innenseite würde mit den drei korrespondierenden Abdrücken unserer Fig. 2 auf Tafel 1 genau übereinstimmen. Von der Seite gesehen (Textfigur 4) bietet die Schuppe ein Aussehen, das den oben erwähnten Detailfiguren SCHENK's (Textfigur 1 und 2, p. 4 oben) entspricht, nur dass die Wachsbecher etwas niedriger sind. Die Textfigur 5 zeigt einen Längsschnitt durch zwei Becher, unserer Fig. 5 auf Tafel 1 entsprechend, während die Textfigur 6 ein von der Seite zusammengedrückter Becher ist, ähnlich der Fig. 7 auf Tafel 1. Auch andere Formen können durch Druck und Zusammenpressung im Gestein u. s. w. hervorgebracht werden, und es ist unter solchen Umständen begreiflich, dass der Bau der Zapfen von *Palissya* in so verschiedenartiger Weise ausgelegt worden ist.

Die Exemplare von Stabbarp kommen in einem weichen Schieferton vor, der eine Zusammenpressung der Fossilien gestattet. Ich habe 1875 einige Zapfen von *Palissya* in einem Sandsteinbruch südlich vom königlichen Schloss Sofiero, in der Gegend der Stadt Helsingborg, gefunden, und zwar in einem geologischen Horizont (»die Cardiniabank»), der zum unteren Lias gerechnet werden muss. Diese Zapfen gehören wahrscheinlich zu einer anderer Art, die Schuppen sind kürzer und scheinen nicht so viele Samen getragen zu haben. Die Zapfen sind schmal und noch geschlossen, im Längsschnitt derselben tritt der vordere Rand der Becher als von der Innenseite der Zapfenschuppen heraustretende, schwarze, etwas gebogene Strichlein hervor (Taf. 1, Fig. 20—23). Dass es sich hier wirklich um Becher handelt, davon habe ich mich durch Entfernung einiger Sandkörner überzeugen können. Das schwarze Strichlein ist der Durchschnitt des vorderen Becherrandes. Eigentümlich ist, dass nichts vom hinteren Rande zum Vorschein kommt, dieser ist vielleicht dicht an die Schuppe gedrückt. Auch hier sieht man deutlich, dass die Becher als ein Auswuchs der Schuppe selbst zu deuten sind. Unsere Textfigur 7 stellt zwei in

ähnlicher Weise durchgeschnittene Wachsbecher nebst einem Teil der Zapfenschuppe dar, die von Gipsbrei umschlossen sind. Auch hier wird das Vorhandensein der Becher nur durch den durchgeschnittenen Rand derselben angedeutet.

Die Zapfen von *Palissya* bestanden also aus spatelförmigen, lang zugespitzten, von einem Hauptleitbündel durchzogenen Schuppen, die in oben beschriebener Weise 5—6 Samenpaare trugen. Die Samen waren an der Basis von einem dünnwandigen Becher (Cupula) umgeben, der nach dem Abfallen des Samens an der Schuppe haften blieb und als ein Auswuchs von dieser zu betrachten ist.

Was die systematische Stellung von *Palissya* betrifft, so hat SCHENK, der jedoch den wirklichen Bau der Zapfenschuppen nicht kannte, die Gattung wiederholt mit *Cunninghamia* verglichen, »bei welcher, von einer wenig entwickelten Quer-Lamelle überragt, drei Samenknospen quer etwa in der Mitte des Fruchtblattes stehen» (7). Auch ich habe, wie oben erwähnt, in »Floran vid Bjuf» (12) eine Verwandtschaft mit derselben Gattung angedeutet. Wenn die Samen einer reifen Zapfenschuppe von *Cunninghamia* entfernt werden oder abgefallen sind, kommen die Narben derselben zum Vorschein (Textfigur 8, 9), und es lässt sich nicht leugnen, dass diese Narben und die angrenzende Lamelle (»Ligula», »Innenauswuchs», EICHLER) — insbesondere wenn der Rand der Lamelle zwischen den Narben etwas eingebuchtet ist — gewisse Analogien mit den von der Cupula umgebenen Narben von *Palissya* zeigen. Diese Analogien scheinen mir jedoch recht entfernt zu sein, die Cupulae von *Palissya* sind von der Querlamelle *Cunninghamias* sehr verschieden, und dazu deuten die grosse Zahl der Samen und vor allem die paarweise Stellung derselben bei *Palissya* auf noch grössere Verschiedenheiten, während die Blätter der beiden Gattungen keine übergrosse Ähnlichkeit zeigen.



Fig. 7. Längsschnitt durch eine Modellschuppe mit zwei Bechern, die in Gipsbrei eingeschlossen sind.

Es scheint wir unter solchen Umständen sehr zweifelhaft, ob wirklich eine nähere Verwandtschaft zwischen *Palissya* und *Cunninghamia* bestanden hat, obschon diese Gattung allerdings unter den jetzigen Coniferen die einzige ist, mit welcher ein Vergleich in Frage kommen könnte. Was die fossilen Coniferen betrifft, so scheint mir eine Verwandtschaft zwischen *Palissya* und der unten beschriebenen Gattung *Stachyotaxus* nicht ausgeschlossen. Stellt man sich eine *Palissya* mit einem einzigen Samenpaar und mit einer dementsprechend reduzierten Zapfenschuppe vor, so wäre die Übereinstimmung zwischen den beiden Gattungen die grösstmögliche. Ich glaube aber, dass man am besten tut, wenn man sich aller endgültigen Schlussfolgerungen enthält, bis der Bau der Zapfen anderer mit *Palissya* verwandten fossilen Gattungen bekannt geworden ist. Bis dahin kann man sich damit begnügen, *Palissya* als eine ziemlich isolierte Gymnospermengattung zu betrachten. Was die oben (p. 5) erwähnte Vermutung LIGNIER's anbelangt, so habe ich dieselbe mit um so grösserem Interesse gelesen, weil ich mir selbst mehrfach die Frage gestellt habe, ob *Palissya* wirklich als eine Conifere zu betrachten ist. Ich habe dabei allerdings nicht an eine Pteridostrobilus-Stufe, sondern vielmehr an die Möglichkeit gedacht, dass *Palissya* zu einer ausgestorbenen Sippe der Gymnospermen gehören könnte. Da wir

aber nichts von den männlichen Blüten kennen, ist eine Lösung der Frage vorläufig nicht möglich. Ich bin jedoch mit LIGNIER vollständig einverstanden, dass der Coniferenhabitus einer Pflanze nicht als Beweis für ihre Zugehörigkeit zu den Coniferen, sondern sehr wohl als eine Anpassungserscheinung angesehen werden kann.

Unter dem Gattungsnamen *Stachyotaxus* wurden von mir 1886 in der dritten Lieferung von »Floran vid Bjuf» (12) einige Reste zusammengeführt, die — von SVEN NILSSON bei Höganäs entdeckt — von C. A. AGARDH 1823 teils als *Sargassum septentrionale*, teils als *Caulerpa septentrionalis* beschrieben worden waren (13). Mit ersterem Namen bezeichnete AGARDH einen Blütenrest, den er als einen blasentragenden Spross von *Sargassum* deutete, unter letzterem beschrieb er einen Zweigrest, den er unter *Caulerpa* brachte. Jene Reste wurden von mir in »Floran vid Höganäs och Helsingborg» (14) als *Carpolithes septentrionalis* C. A. AGARDH sp., diese als *Cyparissidium septentrionale* C. A. AGARDH sp. beschrieben. Hier wie in »Floran vid Bjuf» findet sich eine vollständige Zusammenstellung der älteren Synonymik, auf die ich hier verweisen kann. Als die neue pflanzenführende Schicht α (»die Zone mit *Dictyophyllum exile*») Anfang 1886 bei Bjuf entdeckt wurde, erhielt ich aus derselben eine grosse Menge der erwähnten Fossilien. Es ergab sich aus denselben, dass ich unter *Cyparissidium* die Zweige von zwei verschiedenen Coniferen zusammengewürfelt hatte, von welchen allerdings einige zu *Cyparissidium*,[1] die anderen dagegen zu derselben Pflanze, deren Blüten als *Carpolithes septentrionalis* beschrieben waren, gehörten. Die Blätter dieser Pflanze erwiesen sich nämlich als dimorph, und da ich blatttragende Zweige noch in Verbindung mit den Samenstellungen gefunden hatte, so konnte ferner dargelegt werden, dass *Carpolithes septentrionalis* die weiblichen Blüten (resp. Früchte) einer Conifere waren. Für diese Conifere, die ich mit *Dacrydium* verglich, bildete ich den neuen Gattungsnamen *Stachyotaxus*.



Fig. 8, 9. *Cunninghamia sinensis* R. Br. Zwei Zapfenschuppen von innen gesehen, in schwacher Vergrösserung. *f*, Anheftungsstelle des Samens; *l*, die hautartige Lamelle. Nach der Natur.

Die Beschreibung dieser Gattung findet sich in »Floran vid Bjuf», da aber die Tafeln schon fertig gedruckt waren, bevor die erwähnte pflanzenführende Schicht entdeckt wurde, konnte ich keine Abbildungen der neuen Exemplare beifügen, und da der Text schwedisch gedruckt ist, hat man die Beschreibung im Auslande wie gewöhnlich grösstenteils übersehen. Nur SCHENK enwähnt die Art (9); er glaubte sie später unter den Pflanzenresten aus der Albourskette erkannt zu haben (15). Wenn aber die Fruchtblätter des betreffenden Exemplars, wie SCHENK meint, am Rande wirklich gezähnt sind, — was aber meiner Meinung nach auf Grund der mangelhaften Erhaltung ungewiss ist — so muss es sich um eine andere Art handeln. Schliesslich sei hier bemerkt, dass sterile Zweige von *Stachyotaxus* von N. HARTZ in Ostgrönland entdeckt wurden (16).

[1] Ich bin später etwas zweifelhaft geworden, ob nicht auch diese Zweige zu *Stachyotaxus* gehören, was sich aber nach den vorhandenen Materialien nicht entscheiden lässt.

Da die Reste, die im grauen Ton bei Bjuf (der pflanzenführenden Schicht α) vorkommen, zu einer anderen *Stachyotaxus*-Art als die im schwarzen Ton (der pflanzenführenden Schicht 1) gefundenen Reste von *Stachyotaxus septentrionalis* gehören, und da jene am besten erhalten und am vollständigsten sind, werde ich die Beschreibung mit denselben beginnen. Die weiblichen Blüten sind endständig an der Spitze längerer oder kürzerer Zweige (Taf. 2, Fig. 1—5) und bilden wenigstens bis 12 Centimeter lange — oder vielleicht noch längere — Ähren, an deren Basis, wenn die Exemplare hinreichend vollständig sind, die allseitswendigen, schuppenförmigen, an den Zweig angedrückten Blätter zu sehen sind (Fig. 2—5). In einem Falle (Fig. 1) sieht man auch die längeren, zweizeiligen Blätter unterhalb der vorigen. Die Ährenspindel ist kräftig, mit ziemlich undicht gestellten weiblichen Sporophyllen oder Schuppen (Fruchtblättern), die ungefähr im rechtem Winkel heraustreten oder sogar (bei der Samenreife?) etwas zurückgebogen sind, was für eine aufrechte Stellung der Blüten dieser Art sprechen könnte. Die fertilen Schuppen lassen drei Teile erkennen, und zwar einen Stiel, der sich zu einem triangulären, samentragenden, an der Rückenseite gekielten Teil (Taf. 2, Fig. 9, 12) erweitert, der seinerseits in einer mehr weniger verlängerten freien Spitze endigt. Die Schuppe scheint von ziemlich dünner Konsistenz gewesen zu sein, und die Spitze wurde vielleicht nach und nach abgenutzt, denn sie erlangt nur selten eine solche Entwickelung wie die Exemplare Taf. 2, Fig. 2, 5 und 8 zeigen. Wie aus diesen Figuren erhellt, macht die Schuppe eine Biegung, so dass ihre Spitze nach vorn (d. h. gegen die Spitze der Ähre) gerichtet wird (Fig. 8, 9). An alten Samenähren können die Schuppen fast ganz abgenutzt sein, so dass nur die Stiele derselben mit Resten der Cupulen erhalten sind (Taf. 2, Fig. 6, 7).

Der trianguläre Teil der Schuppe trägt zwei eiförmige Samen — je einen an jeder Seite des Kieles — die an der Basis von je einer Cupula umgeben sind. Diese Cupulae kommen am besten zu sehen, wenn die Samen abgefallen sind, denn sie bleiben selbst an der Schuppe sitzen. Fig. 12 unserer Taf. 2 zeigt eine Schuppe von aussem gesehen, die beiden Cupulae sind ausserhalb des Randes derselben teilweis sichtbar. Fig. 13 zeigt die Innenseite einer anderen Schuppe desselben Exemplars, dessen linke Cupula z. T. zerstört ist, während die rechte verkohlt und vollständig erhalten ist. Fig. 14 und 15 derselben Tafel zeigen jede die Innenseite von zwei verkohlten Cupulae in ihrer ursprünglichen Lage nebeneinander, sämtlich in vierfacher Grösse, während Fig. 16 den Abdruck einer solchen Innenseite eines Cupulapaares wiedergibt.

Die Samen sind aufrecht, eiförmig, von 3—3,5 mm. Länge, mehr weniger spitz und zeigen unter der Lupe eine zelluläre Skulptur (Fig. 17, 18). Es hat zuweilen das Aussehen, als wären sie an der Basis von Resten der Cupula umgeben (Fig. 17), was aber möglicherweise nur eine Druckerscheinung ist, denn solche Exemplare sind verhältnismässig selten. Wenn man einen Samen zuerst mit chlorsaurem Kali und Salpetersäure, dann mit Ammoniak behandelt, so kommen ein aus dickwandigen Zellen bestehendes Integument (Taf. 3, Fig. 10, 11) und innerhalb desselben ein sehr dünnwandiges, ei- oder birnförmiges zusammengeschrumpftes Häutchen (Fig. 12), das wohl als der Rest des Nucellus zu deuten ist, zum Vorschein. Dieses

Häutchen ist meistens strukturlos, bei günstiger Beleuchtung sieht man aber eine Andeutung von länglichen, dünnwandigen Zellen. Ob das erwähnte Integument die äusserste Schicht des Samens darstellt, lässt sich nicht entscheiden, es besteht ja immerhin die Möglichkeit, dass es von einer äusseren fleischigen Schicht umgeben war, und es fehlt für eine solche Annahme nicht an Andeutungen. Sei dem wie ihm wolle, die Früchte von *Stachyotaxus* müssen jedenfalls in ihrer von den jetzigen Coniferenfrüchten so abweichenden Gestalt ein eigentümliches Aussehen dargeboten haben.

Ob beide Samen an der Schuppe immer entwickelt sind, wage ich nicht zu sagen, es ist möglich, dass der eine zuweilen abortierte. Die Samen bleiben lange an der Cupula — wohl bis zur vollen Reife — haften, an solchen samentragenden Exemplaren (Taf. 2, Fig. 3 und 11) ist ausser den Samen selbst wenig zu sehen.

Die Blätter von *Stachyotaxus* waren, wie schon erwähnt, dimorph, teils an die Zweige angedrückt, fast schuppenförmig, allseitswendig, teils verlängert, zweizeilig gescheitelt; diese kommen möglicherweise auch an begrenzten Zweigen vor (Fig. 20). Die Abbildungen (Taf. 2, Fig. 19—23; Taf. 3, Fig. 4—9) gewähren hierüber die besten Aufschlüsse. Die Blätter sind stiellos und an den Zweigen herablaufend, die Unterseite der Zweige mit zweizeiligen Blättern ist eben (Taf. 2, Fig. 22), während der Blattrand der Oberseite solcher Zweige an der Basis eine etwas schiefe Stellung behauptet (Taf. 2, Fig. 21 und Taf. 3, Fig. 5), so dass Abdrücke von dieser Seite schiefe Eindrücke zeigen. Es hat sich schwierig erwiesen mikroskopische Präparate der Blätter anzufertigen, denn sie sind sehr zerbrechlich. Doch habe ich konstatieren können, dass die Epidermis aus etwa rektangulären Zellen besteht, und dass zwei Spaltöffnungszonen an der Blattunterseite wie bei *Palissya* vorkommen (Taf. 2, Fig. 28).

Wie schon oben erwähnt wurde, sind zwei Arten von *Stachyotaxus* in den Sammlungen vertreten, wenngleich es nicht immer möglich ist, unvollständige Reste derselben von einander zu scheiden. Die eine Art, die ich *Stachyotaxus elegans* nenne, kommt im grauen Ton (Schicht α) bei Bjuf vor, und gehört also zu einem etwas älteren Horizont als *Stachyotaxus septentrionalis* C. A. Agardh sp., die im schwarzen Ton (Schicht 1) an derselben Lokalität und bei Hyllinge, Höganäs u. s. w. gefunden wurde. Jene Art (Taf. 2, Fig. 1—24) zeichnet sich durch kräftigere, bis über 12 cm. lange, weibliche Blüten sowie durch kräftigere Zweige, mit den zweizeiligen längeren Blättern (bis 10 mm.) aus, während die Länge der weiblichen Blüten von *Stachyotaxus septentrionalis* (Taf. 3, Fig. 1—2) selten mehr als 5—6 cm. beträgt und die zweizeiligen Blätter derselben dementsprechend höchstens eine Länge von 4 bis 5 mm. haben (Taf. 3, Fig. 4—8). Die Blütenspindel dieser Art ist bedeutend schmäler, die Schuppen einander näher gestellt. Ich habe an dieser Art niemals den triangulären Teil der Schuppe deutlich beobachten können, die Cupulae sind jedoch sehr deutlich, obschon ich nur selten deutliche Paare von denselben gesehen habe (Taf. 3, Fig. 3). Dazu scheint die Stellung der weiblichen Blüten bei dieser Art verschieden zu sein, denn das Exemplar Taf. 3, Fig. 2 scheint anzugeben, dass sie an kurzen Seitenzweigen getragen wurden, während das Exemplar Taf. 2, Fig. 1 von *Stachyotaxus elegans* anzudeuten scheint, dass die weiblichen Blüten dieser Art endständig waren.

Wenn also demnach das Vorkommen zweier Arten als sichergestellt angesehen werden kann, so ist es doch, wie erwähnt, nicht immer möglich fragmentarische Reste der beiden Arten von einander zu scheiden. Dies gilt in erster Linie von Zweigresten, während noch hinzukommt, dass allem Anschein nach auch noch andere Arten als die beiden hier erwähnten vorgekommen sind. Ob dies der Fall war, kann aber erst durch umfassendere Materialien endgültig entschieden werden, und dasselbe gilt für eine andere sehr wichtige Frage, ob nämlich die zu *Cyparissidium* geführten Zweige nicht eher zu *Stachyotaxus* gehören. Für unseren jetzigen Zweck, den Bau von *Stachyotaxus* kennen zu lernen, sind aber diese Fragen glücklicherweise ziemlich bedeutungslos.

Um eine richtige Vorstellung von dem Aussehen einer samentragenden Schuppe in ihrer ursprünglichen vom Druck im Gestein unbeeinflussten Form zu erhalten, habe ich auch für diesen Fall ein Wachsmodell angefertigt, dessen Aussehen in den Textfiguren 10 und 11 wiedergegeben ist. Um die Cupula deutlich zu zeigen, ist eine derselben ohne Samen gelassen, d. h. man hat sich den einen Samen als abgefallen vorzustellen. Die Abbildungen sprechen für sich selber, so dass ich lediglich auf dieselben und auf die restaurierte Figur 27 auf Tafel 2 verweisen kann.

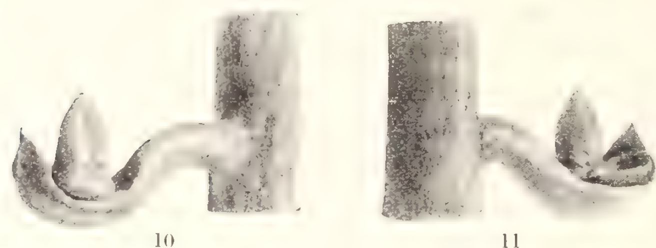


Fig. 10, 11. Modell der Blütenachse mit einer samentragenden Schuppe, von zwei verschiedenen Seiten gesehen. In Fig. 11 kommt die leere Cupula zum Vorschein.

Inbezug auf die männlichen Blüten von *Stachyotaxus* habe ich nichts weiter zu bemerken, als dass einige Reste im grauen Ton bei Bjuf vorkommen, die v i e l l e i c h t als solche zu deuten sind, obschon ein Beweis für die Zugehörigkeit derselben zu *Stachyotaxus* nicht geführt werden kann. Sie sind nicht eben deutlich, die Figuren 25 und 26 auf Tafel 2 zeigen die am besten erhaltenen Exemplare.

Wie ich schon 1886 in »Floran vid Bjuf» (12) hervorgehoben habe, bietet der Bau der samentragenden Schuppen von *Stachyotaxus* eine grosse Übereinstimmung mit *Dacrydium* dar, wenngleich die Fruchtblätter dieser Gattung nur einen einzigen Samen tragen (Textfigur 12). Von der erwähnten Verschiedenheit abgesehen, ist die Übereinstimmung mit *Dacrydium* gross: die Entwickelung der Fruchtblätter selbst ist eine minimale, die Samen sind im Verhältnis zu denselben sehr gross, die Cupula scheint dem Epimatium PILGER's (17) genau zu entsprechen. Nach diesem Forscher löst sich der reife Same von *Dacrydium cupressinum* vom Epimatium, das an dem Fruchtblatt sitzen bleibt, ab; dasselbe geschieht meistens auch bei *Stachyotaxus*, in einigen Fällen aber scheint die Cupula oder eine Schicht derselben an der Basis des Samens haften zu bleiben, was auch mit den Samen von *Dacrydium* geschehen kann, wenn sie nämlich vor der vollen Reife vom Zweige losgebrochen werden. Es soll ferner nicht unerwähnt bleiben, dass die weiblichen Blüten von *Dacrydium Franklini*, wie dies zuerst von J. D. HOOKER (18) beschrieben wurde, aus

mehreren (5—9) samentragenden Schuppen (Fruchtblättern) bestehen, die eine kleine Ähre bilden. Und endlich sei auch auf die Ähren von *Podocarpus spicatus* verwiesen, eine Art, die ja zu einer mit *Dacrydium* sehr nahe verwandten Gattung gehört.

Ein durchgreifender Unterschied *Dacrydium* gegenüber liegt allerdings in dem Vorkommen zweier Samen an jeder Schuppe (jedem Carpid) vor, während bei dieser Gattung durchgehends nur ein Same vorkommt. Da man aber, wie bekannt, bei den verwandten *Taxoideae* (*Cephalotaxus*, *Torreya* und *Taxus*) »auf den Typus des biovulaten Carpids zurückgehen» muss (17), kann das Vorkommen einer Gattung mit zwei Samen wie *Stachyotaxus* eigentlich nicht befremden, sondern steht vielmehr in voller Übereinstimmung mit dem was man im voraus erwarten konnte. Ich glaube also, wie ich schon 1886 äusserte, dass *Stachyotaxus* als mit *Dacrydium* verwandt aufgefasst werden muss, eine Auffassung, der auch SCHENK (15) beigetreten ist.

Der Bau der Zweige steht mit einer solchen Verwandtschaft ebenfalls im Einklang, wenngleich ein ähnlicher Dimorphismus der Blätter bei den jetzigen Arten von *Dacrydium* selbst nicht, wohl aber bei einigen *Podocarpus*-Arten, z. B. *P.* (*Dacrycarpus*) *imbricatus* Bl. (= *P. cupressinus* R. Br.), zu finden ist. Man dürfte also sagen können, dass *Stachyotaxus* sich in den meisten Fällen an die Subfamilie *Podocarpoideae* der Taxaceen anschliesst, obschon die zweisamigen Schuppen auch auf Verschiedenheiten schliessen lassen.



Fig. 12. Samentragender Zweig von *Dacrydium cupressinum* Sol. in etwa vierfacher Vergrösserung. 1, Same; 2, Epimatium; 3, samentragendes Blatt (Carpid). Nach RICHARD (19).

Es sei in diesem Zusammenhang daran erinnert, dass ein fossiles Holz, das möglicherweise zu den Podocarpoideen gehören kann, aus den Juraablagerungen Ostgrönlands, von wo ja auch *Stachyotaxus* bekannt ist, heimgebracht worden ist. Es ist dies das von GOTHAN (20) beschriebene *Phyllocladoxylon* sp., das ich 1899 am Hurry Inlet, Scoresby Sound (70° 50′ n. Br.) gesammelt habe. Nach dem erwähnten Autor kommt der *Phyllocladoxylon*-Bau auch bei gewissen *Podocarpus*- und *Dacrydium*-Arten vor (21), und die Möglichkeit, dass es sich in der Tat um das Holz von einer *Stachyotaxus*-Art handelt, ist also nicht ausgeschlossen.[1]

Im Anschluss an obige Mitteilungen benutze ich die Gelegenheit, auch einige andere Coniferenreste zu beschreiben, die ebenfalls für das Vorkommen von Taxaceen in den rhätischen Ablagerungen Schonens zu sprechen scheinen. Es handelt sich um einige Reste, die von dem dänischen Ingenieur RYGAARD 1876 im Hangenden des oberen Flözes von Skromberga gefunden wurden. Die Stufen kamen zuerst nach

[1] Ich bin in vorstehender Beschreibung von der Annahme ausgegangen, dass *Stachyotaxus* als eine Conifere aufzufassen sei. Wenngleich dies wohl am wahrscheinlichsten ist, so muss doch andererseits eingeräumt werden, dass man auch hier an eine ausgestorbene Gymnospermensippe — und zwar zwischen den Coniferen und den Cycadophyten — denken könnte. Die Frucht von *Stachyotaxus* mit ihren zweisamigen Fruchtblättern bietet ja eine gewisse Analogie mit den Früchten der *Zamieae*, insbesondere mit denjenigen von *Dioon* und *Encephalartos*, dar, obschon die Stellung der Samen allerdings etwas abweichend ist. Wenn man einen solchen Vergleich auch auf *Palissya* anwenden wollte, dann könnte man sagen, dass die mehrsamigen Fruchtblätter derselben sich zu den zweisamigen von *Stachyotaxus* gewissermassen ähnlich verhalten, wie die Fruchtblätter der *Cycadeae* zu denjenigen der *Zamieae*.

Kopenhagen, wurden aber später von Prof. F. JOHNSTRUP dem Naturhistorischen Reichsmuseum in Stockholm geschenkt. Die betreffenden Exemplare wurden schon vor längerer Zeit vom Herrn C. HEDELIN gezeichnet, meine Hoffnung vollständigere Exemplare zu bekommen hat sich aber bisher nicht erfüllt, weshalb ich ihre Beschreibung nun nicht länger aufschieben will. Wie aus den Abbildungen (Taf. 3, Fig. 13—17) hervorgeht, handelt es sich um Zweigreste mit zweizeilig gescheitelten, bis 20—22 mm. langen, 2—3 mm. breiten, kurz gestielten, von einem deutlichen Mittelnerven durchzogenen Blättern, deren verkohlte Oberfläche eine eigentümliche quergranulierte Skulptur zeigt (Fig. 17). Am intressantesten sind jedoch die kleinen Seitensprösschen, die am linken Zweig des Exemplares Fig. 13 zu sehen sind, von welchem Fig. 14 die Gegenplatte darstellt; auch an dem Exemplar Fig. 15 kommt ein ähnliches, wenngleich unvollständiges und schlecht erhaltenes Sprösschen zum Vorschein (oben rechts). Vom Bau dieser Sprösschen lässt sich kaum weiteres sagen, als dass sie von schuppenförmigen Blättchen bedeckt sind und dass sie sich nach oben zu kugelförmigen Bildungen erweitern; man dürfte sich jedoch kaum irren, wenn man behauptet, dass sie die Blüten getragen haben. Sie scheinen in dieser Hinsicht eine grosse Analogie mit *Taxus* darzubieten, weshalb ich die Reste — um sie von den nichtssagenden *Taxites*-Arten zu unterscheiden — als *Palaeotaxus rediviva* bezeichnet habe.

Literatur-Liste.

1. S. Endlicher. Synopsis coniferarum. Sangalli 1847.
2. Fr. Braun, Beiträge zur Urgeschichte der Pflanzen. S. 23, Taf. 13, Fig. 16—20. In Georg Graf zu Münster, Beiträge zur Petrefacten-Kunde. Heft 6. Bayreuth 1843.
3. Graf Kaspar Sternberg, Versuch einer geognostisch-botanischen Darstellung der Flora der Vorwelt. Teil 2, S. 201, 203, 204: Taf. 33, Fig. 11, 8 und 4. Prag 1838.
4. A. Schenk, Die fossile Flora der Grenzschichten des Keupers und Lias Frankens. Wiesbaden 1867.
5. Le Marquis G. de Saporta, Plantes jurassiques. T. 3. Conifères ou aciculariées. Texte et Atlas. Paris 1884. Paléontol. française. 2me série. Végétaux.
6. A. Schenk, Über die Gattungen *Elatides* Heer. *Palissya* Endlicher, *Strobilites* Schimper. Englers Botan. Jahrbücher. Bd 5, Heft 3, 1884.
7. ——, Palaeophytologie, begonnen von W. Ph. Schimper, fortgesetzt von A. Schenk. Heft 4. München & Leipzig 1885. Handbuch der Palaeontologie von K. A. Zittel. 2te Abteilung.
8. H. Graf zu Solms Laubach, Einleitung in die Paläophytologie. Leipzig 1887.
9. A. Schenk. Die fossilen Pflanzenreste. Breslau 1888. Sonderabdruck aus A. Schenks Handb. d. Botanik.
10. A. G. Nathorst, Bidrag till Sveriges fossila flora. [1]. Växter fran rätiska formationen vid Pålsjö i Skåne. K. Sv. Vet. Akad. Handlingar. Bd 14, N:o 3. Stockholm 1876. Deutsche Ausgabe: Beiträge zur fossilen Flora Schwedens. Stuttgart 1878.
11. O. Lignier, Le fruit des Bennettitées et l'ascendance des Angiospermes. Bull. soc. bot. de France. T. 55, Mém. 13. Paris 1908.
12. A. G. Nathorst, Om floran i Skånes kolförande bildningar. I. Floran vid Bjuf. Stockholm 1878—86. S. G. U. Ser. C. N:o 27. 33. 85.
13. C. A. Agardh, Närmare bestämmande af några vextaftryck funne uti Höganäs stenkolsgrufvor. K. Sv. Vet. Akad. Handlingar 1823.
14. A. G. Nathorst, Bidrag till Sveriges fossila flora. 2. Floran vid Höganäs och Helsingborg. K. Sv. Vet. Akad. Handl. Bd 16, N:o 7. Stockholm 1878. Auch in S. G. U. Ser. C. N:o 29.
15. A. Schenk, Fossile Pflanzen aus dem Albourskette gesammelt von E. Tietze. Bibliotheca botanica. Heft N:o 6. Cassel 1887.
16. N. Hartz, Planteforsteninger fra Cap Stewart i Östgrönland. Meddelelser om Grönland. 19. Kjöbenhavn 1896.
17. R. Pilger, Taxaceae. In A. Engler, Das Pflanzenreich. Heft 18. Leipzig 1903.
18. J. D. Hooker. On the Huon Pine and on *Microcachrys* etc. Hookers London Journal of Botany. Vol. 4, p. 137, pl. 6. London 1845.
19. L. C. Richard, Mémoires sur les conifères et les cycadées. Stuttgart 1826.
20. W. Gothan, Die fossilen Hölzer von König Karls Land. K. Sv. Vet. Akad. Handlingar. Bd 42, N:o 10. Uppsala & Stockholm 1907.
21. ——, Die fossilen Hölzer von der Seymour- und Snow Hill-Insel. Wiss. Ergebn. d. schwed. Südpolar-Expedition 1901—1903. Bd 3, Lief. 8. Stockholm 1908.

TAFELERKLÄRUNGEN.

Wo nicht anders angegeben, sind die Abbildungen in natürlicher Grösse dargestellt.

Tafel 1.

Palissya sphenolepis Fr. Braun sp.; von Stabbarp.

Fig. 1. Stufe mit mehreren Zweig- und Zapfenresten.
» 2. Abdruck der Innenseite von drei Zapfenschuppen und Längsschnitt durch eine vierte (die Partie bei *a* der vorigen Figur); etwas mehr als $^{2}/_{1}$.
» 3. Partie der mittleren Schuppe der vorigen Figur; etwa $^{6}/_{1}$.
» 4. Partie des Abdrucks der Zapfenschuppe links oben (bei *b*) auf der Fig. 1; etwa $^{6}/_{1}$.
» 5. Der Längsschnitt der Zapfenschuppe auf Fig. 2; etwa $^{6}/_{1}$.
» 6. Seitenabdruck einer Zapfenschuppe mit den hervorragenden verkohlten Bechern; $^{2}/_{1}$.
» 7. Abdruck von zwei zusammengepressten oder von der Aussenseite sichtbaren Bechern; $^{7}/_{1}$.
» 8. Zwei Samen, von welchen nur der linke vollständig entwickelt ist; etwa $^{5}/_{1}$.
» 9, 10. Zweigreste.
» 11. Partie des Exemplares Fig. 10; $^{4}/_{1}$.
» 12. Zweiglein, an der Basis von verlängerten Blättern umgeben.
» 13. Ein Blatt des vorigen Exemplars; $^{3}/_{2}$.
» 14. Zweigrest.
» 15. Ein Blatt des vorigen Exemplars; $^{2}/_{1}$.
» 16. Blattabdruck desselben Exemplars; $^{4}/_{1}$.
» 17, 18. Mikrophotographien der Blattkutikula, $^{50}/_{1}$. Auf Fig. 17 rechts die Kutikula der Blattoberseite ohne Spaltöffnungen, links die der Unterseite mit den beiden Spaltöffnungszonen; 18, die Kutikula der Blattunterseite in der Nähe der Blattspitze.

Palissya sp.; von einem Sandsteinbruch in der Nähe von Sofiero.

Fig. 19, 21. Längsschnitte durch den Zapfen.
» 20, 22. Partien der beiden vorigen Exemplare; $^{2}/_{1}$.

Tafel 2.

Stachyotaxus elegans Nathorst; von Bjuf.

Fig. 1—5. Blüten resp. Früchte in verschiedener Erhaltung. An der Basis derselben sind die Blätter noch zu sehen.
» 6. Blütenspindel mit Resten der Schuppen (Fruchtblättern), nachdem die Samen abgefallen sind.

Fig. 7. Partie des vorigen Exemplars mit dem Rest einer Cupula (rechts); $^3/_1$.
8. Blütenrest mit langspitzigen Schuppen.
9. Partie des vorigen Exemplars; $^4/_1$.
10. Fruchtrest mit Abdrücken der Cupulae.
11. » mit noch anhaftenden Samen.
» 12. Schuppe von aussen gesehen, an deren Rand die Cupulae an beiden Seiten hervortreten; $^2/_1$.
13. Schuppe von innen gesehen, mit der einen Cupula in verkohltem Zustand erhalten; $^2/_1$.
» 14. 15. Verkohlte Cupulapaare von innen gesehen; $^4/_1$.
16. Abdruck der Innenseite eines Cupulapaares; $^4/_1$.
17. Same, an dessen Basis Reste oder Abdruck von der Cupula zu sehen sind; $^4/_1$.
» 18. Partie der Samenoberfläche, stärker vergrössert.
19, 20, 23, 24. Zweigreste.
21. Vergrösserte Partie der Oberseite des Exemplars Fig. 20.
22. » » der Unterseite » » .
25, 26. Männliche Blüten, die vielleicht zu dieser Art gehören.
27. Restauriertes Bild von einer samentragenden Schuppe etwa $^2/_1$. Um die Cupula deutlich zu zeigen, ist eine derselben ohne Samen gelassen; doch wird der Umriss des Samens durch die punktierte Linie angedeutet.

Stachyotaxus septentrionalis C. A. Agardh sp.; von Hyllinge.

Fig. 28. Die Kutikula der Blattunterseite mit einer der Spaltöffnungszonen. $^{50}/_1$.

Tafel 3.

Stachyotaxus septentrionalis C. A. Agardh sp.; von Hyllinge.

Fig. 1 & 2. Früchte; das Exemplar Fig. 2 mit dem blatttragenden Zweig in Verbindung.
3. Abdruck eines Cupulapaares; $^4/_1$.
4. Zweig mit zweizeiligen Blättern.
5. Partie des vorigen Exemplars vergrössert, um die Anheftung der Blätter zu zeigen.
6—9. Zweige.

Stachyotaxus elegans Nathorst; von Bjuf.

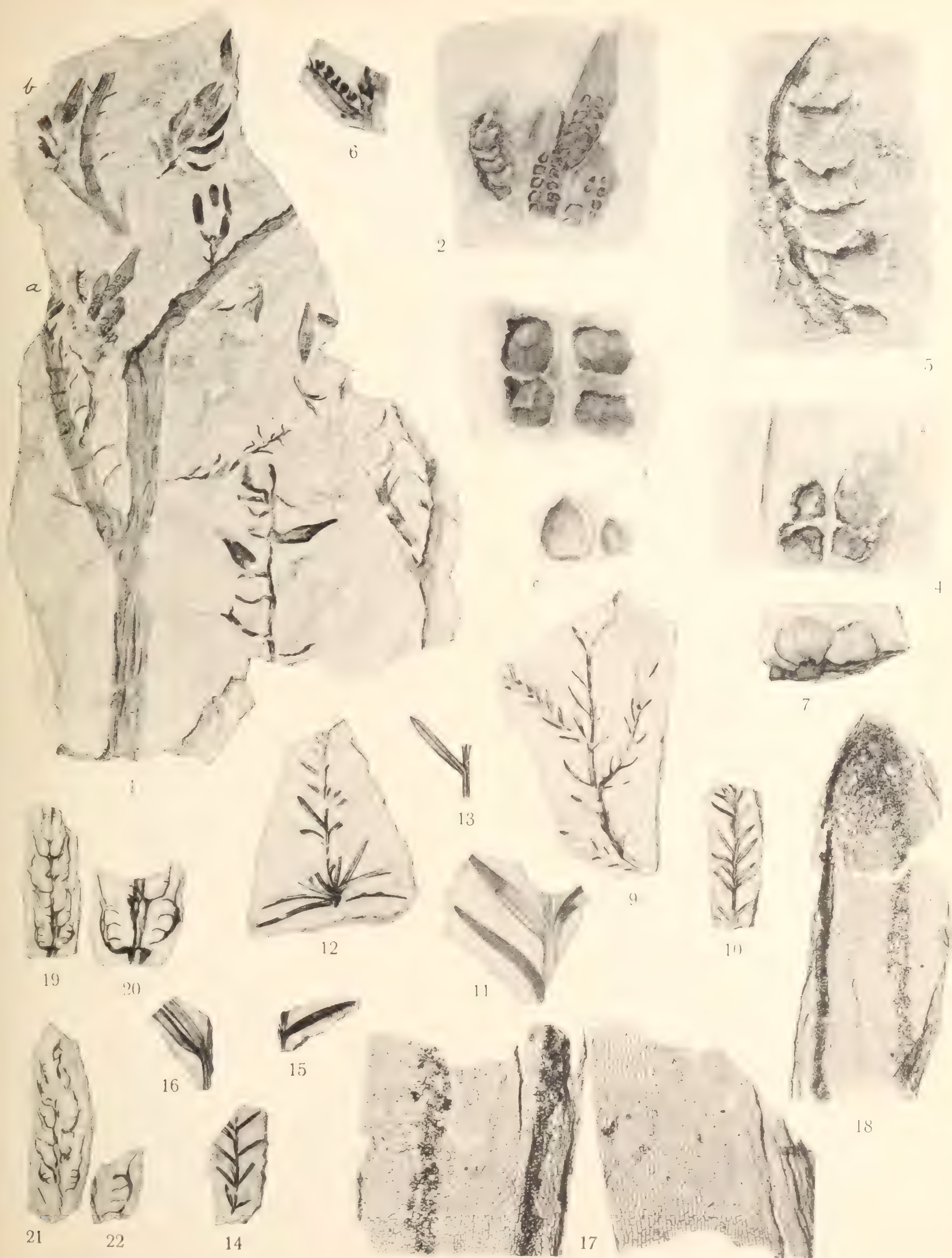
Fig. 10, 11. Kutinisiertes Gewebe des Intugements des Samens; × auf Fig. 10 gibt den Platz des Mikropyls an. Fig. 10 $^{10}/_1$. Fig. 11 $^{50}/_1$.
» 12. Dünnes zusammengeschrumpftes Häutchen, den Rest des Nucellus darstellend? Etwa $^{20}/_1$.

Palaeotaxus rediviva Nathorst; von Skromberga.

Fig. 13—15. Blatttragende Zweige. Auf dem linken Zweig des Exemplars Fig. 13 sowie auf dessen Gegenplatte Fig. 14 kommt das mutmassliche Blütensprösschen zum Vorschein.
16. Das mutmassliche Blütensprösschen dreimal vergrössert.
17. Die Basalpartie von drei Blättern in etwa dreifacher Grösse um die Skulptur der Oberfläche zu zeigen.

Tryckt den 24 december 1908.

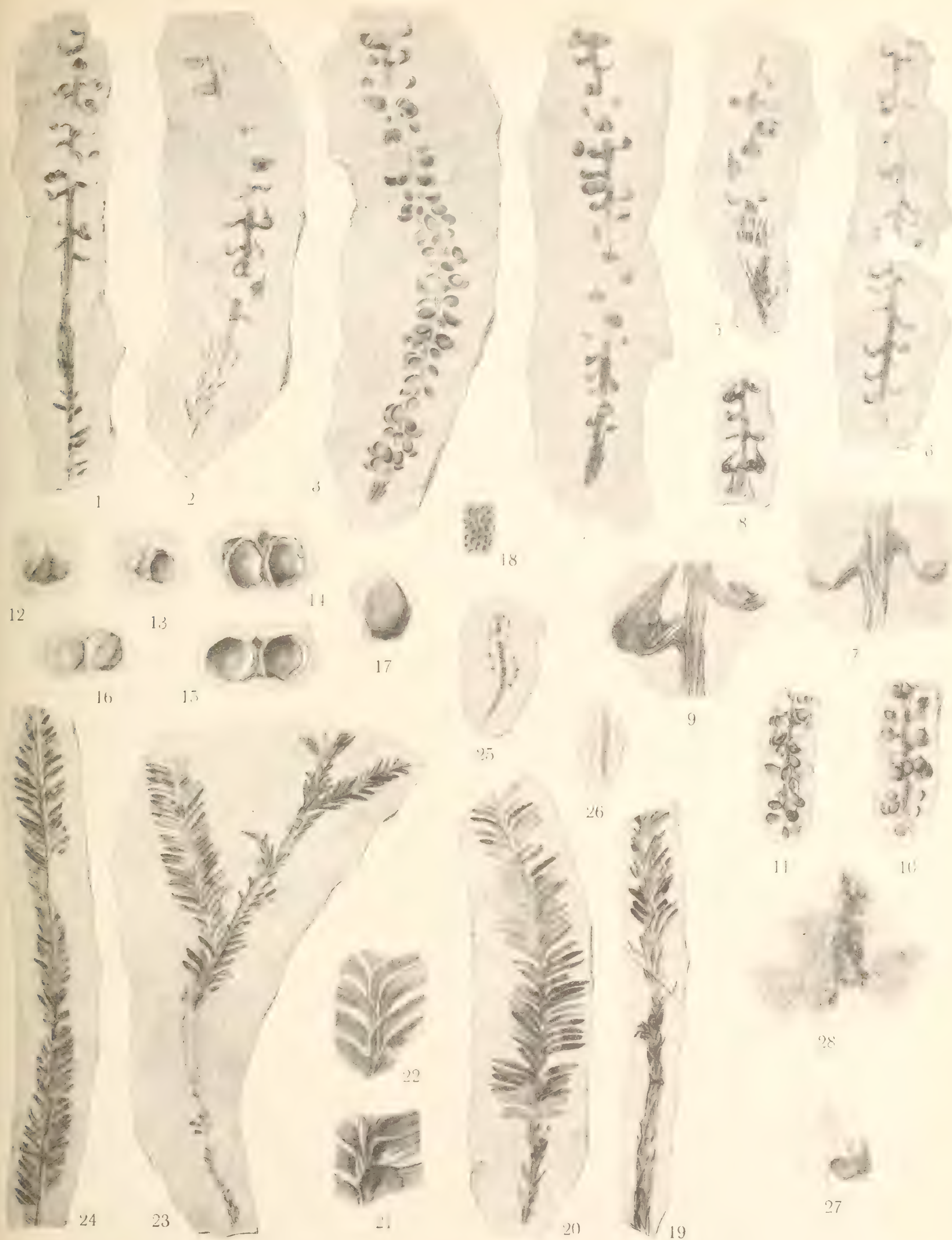
Uppsala 1908. Almqvist & Wiksells Boktryckeri-A.-B.



C. Hedelin et Th. Ekblom del.; Th. Ekblom phot.

Ljustr. Cederquists Graf. A.-B. Sthlm.

Palissya sphenolepis Fr. Braun sp.



C. Hedelin et Th. Ekblom del.; Th. Ekblom phot.

Ljustr. Cederquists Graf. A.-B. Sthlm.

1—27 Stachyotaxus elegans Nath. 28 St. septentrionalis C. A. Agardh sp.



C. Hedelin et Th. Ekblom del.; Th. Ekblom phot.

Ljustr. Cederquists Graf. A.-B., Sthlm.

1—9 Stachyotaxus septentrionalis C. A. Ag. sp. 10—12 St. elegans Nath. 13—17 Palæotaxus rediviva Nath.

KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 43. N:o 9.

STUDIEN

ÜBER

REGENERATIONS- UND REGULATIONSERSCHEINUNGEN

II

ERGÄNZENDE UNTERSUCHUNGEN AN ACTINIARIEN

VON

OSKAR CARLGREN

MIT 4 TAFELN UND 2 TEXTFIGUREN

EINGEREICHT AM 2. DEZEMBER 1908



UPPSALA & STOCKHOLM
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.
1909

Die hier veröffentlichten Untersuchungen über die Regeneration einiger Actiniarienformen schliessen sich nahe an diejenigen, die ich vor einigen Jahren (Studien über Regenerations- und Regulationserscheinungen 1. Über die Korrelationen zwischen der Regeneration und der Symmetrie bei den Actiniarien. K. Svenska Vet. Akad. Handlingar Bd 37 N:o 8, 1904, 84 p. 11 Taf. 23 Textfig.) mitgeteilt habe. Wie ich schon damals betonte, bedurften nämlich die Untersuchungen in mehreren Punkten eine Ergänzung. So war es z. B., was Sagartia viduata betrifft, von Nöten mehrere Regenerationsversuche an kleine Stückchen ohne Richtungsmesenterien anzustellen, dann auch die Regeneration kleiner Richtungsmesenterien enthaltenden Stückchen mit der der grösseren solchen zu vergleichen, weiter die regenerativen Potenzen der verschiedenen Körperteile zu erforschen, die Polarität wie auch die Destruktion und den Aufbau der neuen Gewebe im Innern des Körpers genauer zu untersuchen u. s. w. Schliesslich handelte es sich um die Regeneration der künstlichen Laceration bei Metridium dianthus näher zu verfolgen und mit der bei Sagartia zu vergleichen.

Nach dem Erscheinen meiner oben erwähnten Abhandlung sind zwei Mitteilungen über die Regeneration der Actinien veröffentlicht. Die eine dieser Arbeiten (C. W. Hahn Dimorphism und Regeneration in Metridium. — Journ. Experim. Zool. 2. 1905 p. 225—235) behandelt wie die meine die Korrelationen zwischen der Regeneration und der Symmetrie der Actinien und zwar bei dem nordamerikanischen Metridium marginatum. So weit seine direkte Untersuchungen sich strecken, bestätigen sie meine Resultate, in einigen Fällen hat er jedoch meine Untersuchungen nicht hinreichend berücksichtigt. So ist es z. B. der Fall, wenn er meint, dass das Auftreten der Lacerationsstückchen mit zwei Richtungsmesenterienpaaren bei Aiptasia dadurch erklärt werden kann, dass sie von Anfang ein Richtungsmesenterienpaar enthielten, eine Erklärung, die nach meinen Untersuchungen an Aiptasia nur ausnahmsweise Gültigkeit haben kann. Die andere Arbeit (M. Moszkowski Die Ersatzreaktionen bei Actinien, Actinia equina und Actinoloba dianthus. — Arch. für Entwicklungsmechanik 24 1907 p. 411—433 1 Taf. 16 Textfig.) beschäftigt sich hauptsächlich mit dem Regenerationsmodus der Actiniarien. Obgleich Moszkowski in mehreren Hinsichten unsere Kenntnis der Regenerationserscheinungen bei den Actiniarien erweitert, ist es zu bedauern, dass er das Innere der Stücke nicht näher untersucht hat. Hätte dies geschehen, wäre es wohl wahrscheinlich, dass er in mehreren Punkten seine Mitteilungen über die Regeneration der Actiniarien modifiziert hätte wie auch

eine genauere Kenntnis von der inneren Organisation und der Terminologie der Actiniarien genommen. Solche Irrthümer wie z. B. die Angabe, dass nicht nur die äussere sondern auch die innere Wand des Schlundrohrs mit Ektoderm bekleidet ist (p. 420), wie auch die Anwendung des Namens Columella, einer Bezeichnung, die bekanntlich in der Anthozoenterminologie eine spezielle Bedeutung hat, hätte er ganz gewiss vermeiden können. Wenn er auch meine oben erwähnte Arbeit und die von HAHN über die Korrelationen der Regeneration und der Symmetrie gelesen hatte, hätte er vielleicht mehr Material für seine analytische Untersuchung gefunden. Ich komme vielmals zu MOSZKOWSKI's Arbeit hier unten zurück ohne sie jedoch eingehend behandeln zu können.

Weil meine Untersuchungen über die Regeneration der Actiniarien in zwei von mehreren Jahren von einander geschiedenen Perioden veröffentlicht sind, hat die Darstellung natürlicherweise gelitten. Infolgedessen habe ich für Absicht eine übersichtliche Zusammenfassung der wichtigsten Resultate nebst einer Auswahl der Zeichnungen an anderer Stelle zu geben.

Die Experimente, auf die diese Untersuchung basiert ist, sind an der schwedischen zoologischen Station Kristineberg hauptsächlich während des Sommers 1904 aber auch während derselben Zeit 1907 gemacht. An den Vorsteher der Station, Dr. ÖSTERGREN, den Privatdozenten Dr. TH. ODHNER und den Cand. phil. S. BOCK, die nach meiner Abreise von der Station mehrere Stücke fixiert haben, spreche ich meinen herzlichsten Dank aus.

I. Die regenerativen Potenzen der verschiedenen Körperpartien bei Sagartia viduata und Metridium dianthus.

Um die regenerativen Potenzen von Sagartia viduata in den verschiedenen Körperregionen zu erforschen wurden Stückchen aus dem Schlundrohr, dem Schlundrohr mit der Mundscheibe, der Körperwand mit den Tentakeln, den Tentakeln, der Körperwand und der Fussscheibe ausgeschnitten. Von Metridium dianthus sind die regenerativen Potenzen der Mesenterien, die des Schlundrohrs, die des Schlundrohrs und der angrenzenden Partie der Mundscheibe, die der Körperwand und die der Fussscheibe näher untersucht.

Mesenterien. Bekanntlich sind die Mesenterien der Actinien, wenn man von den Filamenten absicht, nur aus Mesogloa und Entoderm aufgebaut. Es ist also a priori sehr unwahrscheinlich, dass die Mesenterienstückchen mehr als neue Mesenteriengewebe bilden können. Die Versuche, die mit zahlreichen Mesenterienfragmenten angestellt wurden, bestätigten auch diese Vermutung, indem die Stückchen in glücklichem Fall die Schnittränder zusammenlöteten. Die Sterblichkeit der Fragmente war sehr gross. Nach drei Tagen waren nur sechs und nach sechs Tagen nur drei Stückchen lebend. Ein Fragment lebte jedoch 1 Monat. Die Wimpern behielten während der ganzen Lebenszeit ihre Bewegung bei.

Schlundrohr. Stückchen des Schlundrohrs verhielten sich ganz wie die der Mesenterien. Die Sterblichkeit war indessen hier viel geringer. Nach dem Abschneiden der Stückchen rollten sich die Schnittränder gegen einander und versuchten sich zu schliessen. In vielen Fällen konnte dies nicht geschehen, weil die Form der Stückchen oder die Grösse der Mesenterienreste die vollständige Zusammenschmelzung der Schnittränder verhinderten. Solche Stückchen gingen auch binnen einigen Tagen infolge Bakterieninfizierung zu Grunde, während an anderen Fragmenten eine vollständige Zusammenlötung der Schnittränder vor sich ging. Die letzteren Fragmente lebten längere Zeit — ich habe solche Stückchen bis zu 21 (*S. v.*) resp. 35 (*M. d.*) Tagen in Leben gehabt — und bewegten sich mit ihren starken Zilien gut, erlitten indessen keine wesentliche Veränderungen. An mehreren Stückchen entstanden am Ende der Lebenszeit recht dünne, ein wenig durchschimmernde, blasenförmige Ausstülpungen, die auf den ersten Blick an die unten beschriebenen Ausstülpungen der Fussscheibenstückchen erinnerten, die aber zum Unterschied von diesen niemals Tentakel, Schlundrohr oder Mesenterien entwickelten, im Gegenteil alle Zeichen einer beginnenden Degeneration der Stückchen zeigten. Die Schlundrohrstückchen von Metridium waren bedeutend lebenskräftiger als die von Sagartia. Die mikroskopische Untersuchung der Stückchen konstatierte im Innern keine Neubildung der Mesenterien und keine Anlegung eines Schlundrohrs. In gewissen Stückchen schienen die alten Mesenterien keine Veränderung erlitten zu haben, in anderen waren sie z. T. durch Phagocyten aufgelöst.

Ganz wie die Schlundrohrstückchen verhielten sich Fragmente, die ausser einer Schlundrohrpartie einen Teil der angrenzenden Mundscheibe enthielten. Die ältesten Stückchen waren bei der Fixierung 42 Tage (*M. d.*).

Tentakel. Fragmente der Tentakel (von *S. v.*) sind auch nicht im Stande sich zu einer kleinen Actinie umzuwandeln. Zwar rundeten sich die abgeschnittenen Tentakelspitzen zu Kugelform ab und lebten im besten Fall eine Woche oder zwei, nahmen aber allmählich in Grösse ab und gingen schliesslich nach und nach zu Grunde. (2 Serien Versuche wurden angestellt).

Mundscheibe mit Tentakeln und Körperwand. Ein wenig grössere Regenerationsfähigkeit zeigten Stückchen (von *S. v.*), die den periferen Teil der Mundscheibe mit zugehörenden Tentakeln und eine kleine Partie der Körperwand umfassten, indem sie in glücklichem Fall ein Schlundrohr entwickeln konnten (Fig. 1 Taf. 1). Von 11 solchen Stückchen gingen 9 bald (nach zwei Tagen) zu Grunde, die übrigen lebten längere Zeit. Die Schnittränder schlossen sich, die Tentakel atrophierten, aber bei der näheren mikroskopischen Untersuchung zeigte es sich, dass ein Schlundrohr in dem einen Stückchen entwickelt war. Keine Neubildungszone der Mesenterien war vorhanden, noch weniger war eine Fussscheibe entwickelt (Fig. 14 Taf. 1). Die Regenerationszeit der zwei Stückchen war 44 Tage.

Körperwand. Stückchen der Körperwand, die sei aus dem proximalen oder distalen Teil, sei aus der Körpermitte ausgeschnitten sind, sind zwar im Stande Tentakel zu entwickeln, dagegen vermögen sie weder Schlundrohr noch Mesenterien neu zu bilden. Auch können sie nicht eine Fussscheibe anlegen, obgleich bei Metridium

dianthus die Stückchen ausnahmsweise sich an die Unterlage anheften können, ein Vermögen, das jedoch nicht in Zusammenhang mit dem Vorhandensein einer Fussscheibe steht sondern fastmehr mit der Fähigkeit, die viele und besonders fusslose Actiniarien besitzen, sich gelegentlich mit der Körperwand an die Unterlage festzukleben, vergleichbar ist. Wie bei den Schlundrohrstückchen rollen sich die Schnittränder zusammen und schliessen wenn möglich die Wundränder; ist dies geschehen, bleiben die Stückchen längere Zeit im Leben. Im Allgemeinen scheinen die Körperwandstückchen von Sagartia nicht so lebenskräftig zu sein wie die bei Metridium, auch weichen die Regenerationserscheinungen bei Metridium-Stückchen von denen der Sagartia-Fragmente ab. Während nämlich bei Sagartia die Fragmente nach der Schliessung der Schnittränder ruhig am Boden liegen, beginnen sie bei Metridium einige Tage nach der Trennung der Stückchen von dem Muttertier allmählich zu rotieren. In diesem Zustand gleichen sie nicht selten kleinen dotterreichen Actinienlarven, eine Ähnlichkeit, die noch grösser wird dadurch, dass die Schnittränder sich in vielen Fällen so vollständig geschlossen haben, dass die Zusammenlötungsstelle kaum entdeckt werden kann, und die Stückchen die Form eines in beiden Enden gleich entwickelten Eies angenommen haben. Die Zilien, die während der Entwicklung des Tieres nach der Festsetzung der Larve an der Körperwand verloren gegangen sind oder möglicherweise sehr spärlich und schwach vorhanden sind,[1] treten nämlich bei den Körperwandfragmenten bei Metridium wieder auf, eine Erscheinung, die auch an der Körperwand der Lacerationsstückchen bei Metridium auftritt. An solchen Stückchen, deren Schnittränder nicht so dicht geschlossen sind, entstehen in der Regel Tentakel, die oft kranzförmig angeordnet sein können, aber niemals eine Mundöffnung umschliessen. Solche Stückchen ähneln von der Seite gesehen kleinen Actinien (Fig, 1, 2 Taf. 1), sind jedoch nur von der Körperwand mit den alten Mesenterienresten und den Tentakeln aufgebaut. Die mikroskopische Untersuchung zeigte in vielen Fällen keine wesentliche Veränderung der Gewebe, in anderen Fällen war eine Destruktion in den Mesenterien und bisweilen auch in der Körperwand-Mesoglöa begonnen (Fig. 12, 13 Taf. 1). (Von Metridium dianthus sind verschiedene Serien von Stückchen ausgeschnitten, von denen 17 Stückchen im Alter von 21, 38 und 46 Tagen quergeschnitten sind; 10 von diesen letzteren hatten am Ende der Regenerationszeit Tentakel, die oft schon 9—10 Tage nach dem Abschneiden der Stückchen zum Vorschein kamen. Von den 27 Fragmenten von Sagartia viduata habe ich nur zwei mit Tentakeln gesehen. Die höchste Regenerationszeit war hier 31 Tage).

Fussscheibe. Fragmente der Fussscheibe sind im Stande nicht nur Tentakel, sondern auch Schlundrohr, Schlundrinnen, Mesenterien und Fussscheibenpartien neuzubilden. Eine nähere Beschreibung dieser Fragmente ist in dem Abschnitt 11 gegeben. Die Regeneration solcher Stückchen verläuft jedoch viel langsamer als die

[1] Wenn Zilien in der Körperwand-Ektoderm wirklich vorkommen, so müssen sie sehr zerstreut sein, denn ich habe niemals eine Fortschaffung der an die Körperwand gelegten Karminkörnchen gesehen (Vergl. Carlgren Biol. Centralbl. 1905 p. 311 und Parker Bull Mus. Comp. Zool. Harvard Coll. 29 1896 p. 109).

der Lacerationsstückchen, ebenso ist die Sterblichkeit der Fussscheiben-Stückchen grösser als bei den Lacerationsfragmenten.

Von den hier angestellten Versuchen hat es sich also ergeben, dass nur solche Stückchen, die *eine Fussscheibenpartie* enthalten, im Stande sind sich zu einer vollständigen Actinie zu entwickeln. Während Fragmente aus den Mesenterien, dem Schlundrohr und den Tentakeln keine andere Partie als die entsprechende neubilden können, scheinen wenigstens bei S. viduata Fragmente, die den äusseren Teil der *Mundscheibe* in sich schliessen, ein *Schlundrohr* neubilden zu können, ebenso vermögen *Körperwand-Fragmente Tentakel* zu entwickeln. Sehr bemerkenswert ist auch die bei Metridium beobachtete Erscheinung, dass an Körperwandstückchen die während der Ontogenese verloren gegangenen *Zilien* des Ektoderms wieder auftreten. Wahrscheinlich handelt es sich jedoch in letzteren Fällen in Betreff der Entstehung sowohl der Tentakel als der Zilien um Auswachsen praeformierter Anlagen d. h. die Erscheinung ist als eine *Reproduktion* im Sinne der Botaniker anzusehen. Was besonders die Tentakel anbelangt, so sind nämlich die an den Körperwandstückchen entstandenen bei der Hervorsprossung sehr dick und robust und ein wenig pigmentiert, während die von der Fussscheibe sich entwickelnden feiner und zarter sind und zu Beginn nur spärliches Pigment enthalten.

2. Metridium dianthus. Regenerationserscheinungen bei Querteilung. Heteromorphose.

Wenn die auf den oben mitgeteilten experimentellen Versuchen gefusste Behauptung, dass keine andere Körperpartie als die Fussscheibe selbst eine Fussscheibe bilden kann, richtig ist, so ist es nicht möglich für den distalen Teil eines quer abgeschnittenen Metridiums eine Fussscheibe zu entwickeln. In der Tat scheint dies auch der Fall zu sein. Während die proximalen Teilstücke Tentakel, Mundscheibe und Schlundrohr anlegen in der von Moszkowski beschriebenen Weise und also die Gestalt einer vollständigen Actinie wieder bekommen, scheinen die distalen Teilstückchen nicht eine Fussscheibe bilden zu können, sei die Querschnitte durch den distalen Teil des Körpers, sei sie durch den proximalen unterhalb des Schlundrohrs gegangen sind, im Gegenteil die Stückchen behalten die Form einer fusslosen Actinie bei oder bilden heteromorphische Tentakel an der Schnittfläche aus. Untenstehende Versuchsreihe beleuchet diese Erscheinungen bei den distalen Stückchen näher.

1) Das Exemplar war in dem distalsten Teile des Körpers abgeschnitten. Regenerationszeit 53 Tage (5. VII—27. VIII). Das distale Stück krümmte sich stark gegen die eine Seite hin, wo die Schnittflächen miteinander zusammenwuchsen. Oberhalb der Zusammenwachsungslinie entstanden einige heteromorphische Tentakel, während von dem abgerundeten basalen Ende ein kegelförmiger Auswuchs sich bildete, der während der ganzen Regenerationszeit keine wesentliche Veränderung erlitt, nur aber in Grösse zunahm. Die Tentakel der Mundscheibe atrophierten während der ersten Zeit bedeutend, so dass sie ein warzenähnliches Aussehen bekamen, dann wachsen neue Tentakel an der innern Partie der Mundscheibe aus, wie die Fig. 11 Taf. 1 zeigt, die das Stückchen 24 Tage nach dem Abschneiden darstellt. Die ganze Körperwand hat Wimpern bekommen.

2—4) Die Exemplare waren bald unterhalb des Schlundrohrs abgeschnitten. Regenerationszeit 36 Tage (20. VII—25. VIII).

2) Die Schnittflächen waren nahe an dem aboralen Ende des Schlundrohrs mit diesem vereinigt. Rings um das Schlundrohr, das seine zentrale Stellung beibehielt, war eine dünne Mundscheibenähnliche Membran entstanden, von der zahlreiche unregelmässig zerstreute Tentakel sich entwickelt hatten. Typische Heteromorphose.

3) Die Körperwand hat versucht die Wundfläche durch starke Krümmung der untersten Teilen der einen aboralen Seite zu bedecken. Ein vollständiges Zusammenwachsen der Schnittflächen hat jedoch nicht stattgefunden, denn excentrisch liegt eine kleine Öffnung, durch die man eine kleine Partie des Schlundrohrs sieht.

4) Die Körperwand hat wie in 3 durch starke Krümmung der einen Seite und Zusammenlötung der Schnittränder die Wundflächen geschlossen. Andeutung zu Tentakelknospen bald oberhalb der Zusammenfügungslinie.

5) Das distale Stück ein Bisschen von der Fussscheibe abgeschnitten. Regenerationszeit 36 Tage (20. VII—25. VIII). Die Wundflächen näherten sich allmählich einander, bis die Wunde vollständig verengt war. Ehe die Wunde geschlossen war wie auch später, waren die Tentakel mässig kontrahiert, am Ende der Regenerationszeit dagegen erreichten sie eine bedeutende Länge und waren stark von der Körperflüssigkeit ausgespannt.

6) Stück wie in 5. Regenerationszeit 71 Tage (20. VII—30. VIII). Die Wunde schloss sich wie im vorigen Fall, aber die Tentakel waren nicht während der Zeit, die ich Gelegenheit hatte das Stück zu beobachten, so stark aufgebläht wie bei dem mit 5 bezeichneten Stückchen.

Die mitgeteilten Versuche deuten also darauf hin, dass ein distales, quer abgeschnittenes Stück an der aboralen Schnittfläche keine Fussscheibe bildet[1] — eine Beobachtung, die ich auch bei Sagartia troglodytes gemacht habe und die recht gut im Einklang mit den von HAZEN an Sagartia und MOSZKOWSKI an Metridium beschriebenen Verhältnissen steht. Zwar gibt schon DICQUEMARE[2] an (vergleiche CARLGREN Anthozoen in BRONN's Klassen und Ordnungen p. 25), dass an dem aboralen Ende des distalen Teilstücks eine neue Fussscheibe schwerer entstand, und MOSZKOWSKI teilt mit, dass ausnahmsweise und zwar in zwei Fällen »ziemlich hoch abgeschnittene Hydranten sich durch Morpholaxis in ein neues Tier umgewandelt» hatten, aber beide Angaben scheinen mir von weniger Bedeutung zu sein. Es muss nämlich bemerkt werden, dass eine Fussscheibe nicht damit entwickelt ist, dass der aborale Teil sich schliesst oder dass ein Auswuchs sich an die Unterlage festkleben kann, sondern dass eine solche zuerst dann vorhanden ist, wenn eine wirkliche Kriechsohle mit angehörenden Muskeln sich entwickelt hat. was noch nicht gezeigt ist. Übrigens ist der einzige von MOSZKOWSKI näher beschriebene Fall so eigenartig, dass es eine nähere Analyse erheischt.

Von einer Zusammenstellung der hier und in dem vorigen Abschnitt gefundenen Tatsachen, scheint es mir also klar, dass die Ursache, dass distale Stückchen an der aboralen Seite keine Fussscheibe entwickeln, darin liegt, dass es den aboralen Schnittflächen und dem ganzen Stück an *Potenzen fehlt* Fussscheibe zu bilden. Ich kann mich also nicht an die Ansicht HAZEN's und MOSZKOWSKI's anschliessen, die meinen, dass solche Potenzen vorhanden sind, »dass aber irgend welche Hemmungen vorhanden sein müssen, welche die Aktivierung dieser Potenzen in der Regel verhindern»

[1] Dr. ÖSTERGREN teilt mir mit, dass eine distale Hälfte von Metridium nach einem Jahr keine Spur einer Fussscheibe entwickelt hat. Das Stückchen lebt gut, kann aber sich nicht an der Unterlage festsetzen.

[2] Leider sind die Regenerationsarbeiten dieses während des 18:ten Jahrhunderts lebenden Forschers nicht in MORGAN-MOSZKOWSKI's verdienstvollen Arbeit berücksichtigt.

(MOSZKOWSKI l. c. p. 426) und dies auch deswegen, dass die von MOSZKOWSKI angegebenen hemmenden Faktoren meiner Meinung nach teils nicht vorhanden sind, teils von geringer Bedeutung sein müssen.

Als der erste hemmende Faktor stellt MOSZKOWSKI die Verhinderung der Wundheilung durch ausgepresste Teile des Schlundrohrs und der Filamente auf. Zwar bin ich weit entfernt davon die grosse Bedeutung der Wundheilung für die Regeneration zu unterschätzen, aber dieser hemmende Faktor ist kein Specificum für distale Stückchen, sondern kann ebenso gut Fussscheibenstücke treffen als distale Stücke. Es muss auch betont werden, dass nicht immer ein solcher hemmende Faktor vorhanden sein kann wie in den erwähnten mit 5 und 6 bezeichneten Fällen, wo die ausgepressten Filamente weggenommen wurden, trotzdem hat sich an diesen Stückchen keine Fussscheibe entwickelt. Hieraus folgt, dass eine Verhinderung der Heilung der Wundränder an und für sich keinen Anteil in dem Ausbleiben einer Fussscheibenanlage in den distalen Stücken hat, sondern dass sie fastmehr jede Regeneration im Allgemeinen verhindert.

Ein zweiter hemmender Faktor ist nach MOSZKOWSKI in dem Ausbleiben der Wasseraufnahme in den distalen Stücken zu suchen. Dieser Forscher stellt sich nämlich vor (l. c. p. 412, 413, 426), dass die Fussscheibe ein Organ für Wasseraufsaugung ist, und dass durch die Fussscheibe während der Regeneration die gesammte Körperwand und der Gastrovasculärraum mit Wasser imbibiert werden. Als Beweis für die Richtigkeit dieser Ansicht führt er u. A. an, dass distale Stücke verhältnismässig kleine und nicht ausgespannte Tentakel haben, offenbar weil kein Aufsaugungsorgan für Wasser in Form einer Fussscheibe hier sich vorfindet. Nun ist die Behauptung MOSZKOWSKI's, dass distale Stücke Wasser nicht aufsaugen können, nicht zutreffend, was der unter 5 erwähnte Fall mit sehr stark aufgeblähten, langen Tentakeln deutlich zeigt. Weil in diesem Fall, trotzdem dass das Innere stark mit Wasser erfüllt war, auch keine Fussscheibe regenerierte, scheint der zweite erwähnte Faktor keine mehr bedeutende hemmende Rolle für die Entwicklung einer solchen zu spielen. Mit dieser Behauptung will ich natürlicherweise nicht ausgesprochen haben, dass ein Ausbleiben der Wasseraufnahme die Regeneration nicht verhindert oder verlangsamert, in der That ist die Wasseraufnahme speciell das in dem Gastralraum cirkulierende Wasser für die Organbildung von grosser Bedeutung, was CHILD kürzlich besonders betont hat — eine Ansicht, zu der ich mich in der Hauptsache anschliesse. In der That habe ich auch selbst die Entstehung der verzweigten Tentakel bei *Sagartia* z. T. durch die verschiedene Flüssigkeitspannung im Inneren und in dem umgebenden Medium erklärt (1904 p. 15). Was übrigens die Behauptung MOSZKOWSKI's anbelangt, dass die Fussscheibe zum grössten Teil das in dem Körperinneren sich befindende Wasser aufsäugt, so ist dies ein Verhältnis, das am mindesten eine Bestätigung erheischt, ehe es acceptiert werden kann. Dass diese Behauptung nicht für Stückchen, die mit einem Schlundrohr versehen sind, alleine Gültigkeit haben kann, ist unzweifelhaft, weil wir wissen, dass durch die Schlundrinnen unter allen Verhältnissen ein Wasserstrom ins Innere des Actiniarienkörpers führt, und was solche Stückchen betrifft, die ein Schlundrohr vermissen, so wäre es merk-

würdig, ob die an der Unterlage angesaugte Fussscheibe ein besonderes Wasseraufsaugendes Organ wäre; fastmehr durfte wohl in diesen Fällen der ganze Körper die Eigenschaft besitzen sich mit Wasser imbibieren zu können. Auch kann es ins Frage gestellt werden, ob MOSZKOWSKI darin Recht hat, dass die starke Ausdehnung der proximalen Partien des Körpers, die man besonders an längsgeschnittenen Exemplaren nach der Teilung beobachten kann, von einer durch Wasserimbibition verursachte Aufquellung der Gewebe herrührt. Ich stelle eher das stark aufgeblaste Aussehen damit in Zusammenhang, dass bei der Erschlaffung der Muskulatur in den periferen Teilen der Fussscheibe und in der proximalsten Partie des Körpers die Flüssigkeitsspannung in den Gastrovasculärkammern die Ausbuchtungen des proximalen Teils verursacht, eine Erscheinung, die man beobachten kann, wenn die unbeschädigte Actinie sich von der Unterlage los macht. Wie dem auch sei, so glaube ich, dass MOSZKOWSKI[1] in Irre ist, wenn er an der von LOEB 1891 behaupteten grossen Bedeutung der Turgescenzerscheinungen für die Regeneration der Actinien festhält. Zwar sind solche nicht bedeutungslos, aber die Schlaffung der Tentakel an der Einschnittsstelle beruht ganz gewiss auf einem Austreten der Flüssigkeit der Gastrovasculärraumes, wie CHILD (Biol. Bull. 6, 7. 1904) vermeint, was man an kleinen Lacerationsstückchen sehen kann. Wenn Tentakel in solchen Stückchen, noch ehe das Schlundrohr angelegt ist, geschädigt werden, spritzt nämlich die milchgefärbte Flüssigkeit des Gastralraumes durch die Wunde explosionsartig aus, wonach das Stückchen oft ganz zusammenfällt (vergl. CARLGREN 1904 p. 15). Wäre nur der Turgor des Tentakels gestört, sollte dies nur zu einer Erschlaffung des Tentakels und nicht zu einer des ganzen Stückes leiten.

Als ein dritter Hemmungsfaktor deutet MOSZKOWSKI das Verhältnis, dass das Wachstum der Actiniarien in basi-apicaler Richtung folgt. Infolgedessen sollten Wachstumsvorgänge in umgekehrter Richtung auf gewisse strukturelle Hindernisse stossen. Dieser Faktor fällt indessen weg, weil es keinerlei festgestellt ist, dass das Wachstum des Actiniarien-Körpers hauptsächlich in basi-apicaler Richtung geht. Nicht wächst das Schlundrohr in basi-apicaler Richtung zu, auch nicht die Körperwand, die Mund- und die Fussscheibe, deren Zuwachszonen bekanntlich in den Endocoelen (Binnenfächern) liegen. Ja auch nicht in Betreff des Wachstums des Tieres in die Richtung der Schlundrohrachse wissen wir, ob das Wachstum in basi-apicaler Richtung oder umgekehrt geht. Das Verhältnis, dass die Mesenterien an der Mund- und Fussscheibe centralwärts, an der Körperwand entweder von der Fussscheibe oralwärts oder von der Mundscheibe aboralwärts, oder in beiden Richtungen wachsen, deuten eher darauf, dass es in Betreff des Wachstums in dieser Richtung zwei Centra und zwar in dem äusseren Teil der Fuss- und der Mundscheibe resp. in dem proximalsten und distalen Teil der Körperwand giebt. Angenommen aber, dass das Wachstum hier wirklich in basi-apicaler Richtung vorsichginge, durfte wohl auch in

[1] Im Einzelheiten kann ich auch nicht MOSZKOWSKI's allgemeinen Vorbetrachtungen folgen, so. z. B. wenn er sagt »p. 413. Um sich festsaugen zu können, müssen ja die Stücke in der That unter dem Fuss einen luftverdünnten Raum schaffen und also das dort befindtliche Wasser aufsaugen. Die letzten Worte bedürfen gewiss eine eingehende Erklärung.

solchem Fall an dem unterhalb des Schlundrohrs abgeschnittenen distalen Stücke eine Fussscheibe eher als heteromorphische Tentakel entstehen, was jedoch nicht der Fall ist.

Sind die drei von MOSZKOWSKI angegebenen für eine Fussscheibenentwicklung hemmenden Faktore nach meiner Meinung mehr oder weniger bedeutunglos, wäre es jedoch möglich, dass wirklich ein hemmender Faktor vorhanden sein könnte und zwar fast der Gegensatz zu dem von MOSZKOWSKI aufgestellten ersten hemmenden Faktor d. h. die allzu frühzeitige Schliessung der Wundränder, ein Faktor, den TORNIER (Arch. Entw.-mechanik 1906) als eine Erklärung der unvollständigen Regeneration braucht und dessen Bedeutung er durch seine experimentelle Untersuchungen an den Tritonen angegeben hat. Was die Actiniarien betrifft, so ist es sehr wahrscheinlich, dass die unvollständige Regeneration bei der Längsteilung der Sagartia und anderer Actiniarien (CARLGREN 1904 p. 9—13) — denn wir können hier, in Analogie mit den Regenerationserscheinungen einer Meduse, Gonionemus, nicht nur von einer Formrestitution (MOSZKOWSKI) sondern auch von einer unvollständigen Regeneration sprechen — mit der frühzeitigen Schliessung der Wundränder in Zusammenhang steht. Wenigstens können wir vorläufig keinen anderen Grund zu der unvollständigen Regeneration der in der Länge halbierten Tiere angeben, denn jede Vermutung, dass Potenzen das Tier zu vervollständigen solchen Stückchen fehlen könnten, ist infolge der Schnittrichtung bei dem Abschneiden ausgeschlossen. Es wäre also denkbar, dass derselbe hemmende Faktor auch das Entstehen der Fussscheibe in den quergeteilten distalen Stückchen verhinderte. Dies ist jedoch kaum der Fall, denn die Wunden verengen sich ja in vielen Fällen allmählich. Die Erklärung, dass die quergeteilten distalen Stücke keine Fussscheibe anlegen, ist also darin zu suchen, dass solchen Stücken Fussscheiben-Potenzen fehlen.

Was die Heteromorphose anbelangt, eine Erscheinung die schon DICQUEMARE (l. c.) beobachtete, so kommt sie auch nach MOSZKOWSKI's Angabe verhältnismässig selten vor. Zu der Natur dieser Erscheinung komme ich in einer anderen Arbeit zurück.

3. Metridium dianthus. Über die Regenerationserscheinungen bei seitlichen Einschnitten. Neomorphose.

Über die Ersatzreaktionen bei seitlichen Einschnitten hat MOSZKOWSKI mehrere Versuche gemacht. Weil diese an Actinia equina angestellt sind, durften folgende gelegentlich ausgeführte Versuche einigermassen diese Untersuchungen komplettieren. Wie MOSZKOWSKI betont hat, hangen die Resultate der Operation von der Höhe ab, in der man operiert, wie auch davon, wie tief die Einschnitte sind. Dass es sich so verhält, scheinen meine Versuche zu bestätigen. An zwei Exemplaren wurde zwischen der Randfalte (Parapet) und den Tentakeln die Körperwand durchgeschnitten. An beiden wurden die Wunden geheilt; am Ende der Regenerationszeit waren an der Wundfläche zwei gegen einander gekehrte, halbmondförmige Wülste vorhanden, an

einem Exemplar waren auch einige kleine Tentakel entstanden. An zwei anderen Exemplaren wurden seitliche Einschnitte in die Körperwand gemacht, die auch den proximalsten Teil des Schlundrohrs durchschnitten. An beiden wurden in der Wundzone zwei Köpfchen entwickelt, die ja verschiedene Kreise der Tentakel, eine Mundscheibe mit einer Mundöffnung und ein Schlundrohr, das in das alte sich öffnete, angelegt hatten. Die anatomische Untersuchung des eines Stückchens, dessen äusseres Aussehen Fig. 3 Taf. 1 darstellt, zeigte, dass die alte Schlundrinne sich in dem neuen Köpfchen fortsetzte und dass verschiedene Mesenterien, unter denen vier vollständige Paare sich in dem seitlichen Köpfchen verbreiteten. Von den vollständigen Paaren trugen zwei zugekehrte Längsmuskeln, zwei nahe einander liegende abgewandte, in dem inneren Teil war jedoch nur eines mit einer Schlundrinne vereinigt. (Die Regenerationszeit aller vier Stücke war etwa ein und ein halber Monat).

Es scheint also, als ob bei Metridium nach einem seitlichen Einschnitt, der die Schlundrohr-Wand durchschneidet, neue Köpfchen mit Tentakeln, Mundscheibe und Schlundrohr entstehen, wenigstens wenn man eine allzufrühzeitige Wundheilung (in oben erwähnten Fällen durch eingeschossene Kartonstückchen) verhindert, während bei Einschnitten nur in die Körperwand die Wunden verheilen. Jedoch deutet ein von mir beobachteter Fall (Zool. Anzeiger 1904 p. 548), der zwar nicht durch Experimentation bekommen ist, darauf dass nach einem grossen Einschnitt in die Körperwand ohne Durchschneidung des Schlundrohrs ein Köpfchen auch entstehen kann, dann aber ein widersinniges Köpfchen, das keine Nahrung einnehmen kann, weil ein Schlundrohr ihm vollständig fehlt, das aber mehrere Kreise der Tentakel, eine weite Mundscheibe und einen Körperwand-sphinkter entwickelt hat. Um eine an einer Knospe erinnernde Neomorphose mit Schlundrohr anlegen zu können, ist es also notwendig, dass die Einschnitte auch die alte Schlundrohr-Wand durchschneidet.

4. Sagartia viduata. Polaritätsversuche mit Stückchen, die von Anfang einen Fussscheiben- und einen Körperwand-Teil enthielten, die nur durch Mesenterien mit einander zusammenhingen. Keine Richtungsmesenterien in den Stückchen vorhanden.

Wie oben angegeben ist und wie auch von HAZEN's Untersuchungen (1903) hervorgeht, scheinen die Polaritätsverhältnisse bei den Actiniarien sehr fest zu sein: an der aboralen, abgeschnittenen Partie der Körperwand entwickeln sich in der Regel keine Tentakel und wenn auch solche angelegt werden, treten hier keine Neubildungszone der Mesenterien auf, m. a. W. die Heteromorphose schränkt sich zu der Neubildung nur von Tentakeln und Mundscheibe (und in seltensten Fällen von einem Sclundrohr?) ein. Es muss jedoch bemerkt werden, dass dies Verhalten z. T. mit dem Umstand zusammenhangen könnte, dass grosse Stücke im Allgemeinen nicht eine Neubildungszone der Mesenterien anlegen, sondern die Wundränder einfach schliessen. Für die Beurteilung der Frage der Polarität und der Heteromorphose müssen also kleinere

Stückchen untersucht werden und zwar solche Stückchen, die sowohl Fussscheiben- als Körperwand-Partien enthalten, weil Stückchen, die nur aus der Körperwand und den Mesenterien bestehen, ja nicht Mesenterien zu entwickeln vermögen. Infolgedessen habe ich, wenn die Tiere stark zusammengezogen waren und einer ausgebreiteten Scheibe ähnelten, rechteckige, mehr oder minder in der Querrichtung der Actinie ausgezogene Stückchen ausgeschnitten, so dass die Körperwand nur durch einige oder mehrere Mesenterien mit der Fussscheibe verbunden war, wie nebenstehende schematische Figur 1, a zeigt. Im Gegensatz zu den künstlichen Lacerationsstückchen, bei denen der Fussscheibenrand ganz ist, sind die hier vorhandenen Stückchen so geschnitten, dass Wundränder an allen vier Seiten der Körperwand und der Fussscheibe vorhanden sind. Die Stückchen enthielten von Anfang in drei Fällen zahlreiche Mesenterien, in den übrigen vier bis acht solche. In keinem Stückchen fanden sich von Anfang Richtungsmesenterien.

Nach dem Abschneiden krümmten sich die Ränder der Körperwandpartie der Stückchen stark gegen die Fussscheibe hin, so dass die Körperwandpartie wie ein Hut den übrigen Teil des Stückchens bekleidet. Die Wundfläche wurde von einer Schleimmembran bedeckt, unter der eine Regenerationsmembran von der Fussscheibe auswachs. Während diese Membran sich hauptsächlich nur zwischen dem oralen Rand der Körperwandpartie und der Fussscheibe ausbreitete, näherte sich der aborale Rand der Körperwandpartie der Fussscheibe und lötete sich mit dieser zusammen. An der oralen Seite entstanden Tentakel und eine Regenerationszone oder zwei, an der aboralen wurden infolge des Zusammenlötens und wohl auch infolge der Polarität des Tieres keine Tentakel und keine Neubildungszone gebildet. Eine Ausnahme von dieser Regel zeigen zwei Fragmente (Fig. 4, 5, 7 Taf. 1), indem hier sowohl oralwärts als aboralwärts Köpfchen entstanden. Die oralen Köpfchen entwickelten sich indessen in beiden Fällen früher als die aboralen, ebenso waren die Tentakel der ersteren zahlreicher als die der letzteren.



Fig. 1.

Die untersuchten Stückchen zeigten folgende Anordnung der Mesenterien.

6 b. a_1) 24 Tage (12. VII—5. VIII.) Stückchen von Anfang mit 24 Paaren der Mesenterien. Neubildung nur an der oralen Seite des Stückchens. Es ist schwer die alten Mesenterien von den neuen zu unterscheiden. Von den alten Mesenterien sind drei Paare und ein unpaariges Mesenterium vollständig. In dem neuen Schlundrohr ist eine Schlundrinne angelegt. Neubildung der Mesenterien wahrscheinlich *bilateral*. An jeder Seite der neuen Richtungsebene zwei vollständige Mesenterien, dann ein unvollständiges, ein vollständiges und wieder ein unvollständiges Mesenterium. Die vollständigen kehren, so weit ich recht gesehen habe, die Längsmuskeln gegen die alten Mesenterien.

a_2. 24 Tage (12. VII—5. VIII) Stückchen von Anfang mit 13 Mesenterienpaaren. Neubildung nur an der oralen Seite. Wie bei a_1 sind auch die alten Mesenterien den neuen recht gleich. Von den fünf vollständigen Mesenterienpaaren, die in den aller distalsten Teilen vorhanden sind, befindet sich indessen ein Richtungsmesenterienpaar. Es muss also eine Neubildungszone entwickelt sein.

17. 24 Tage (11. VII—4. VIII). Vier Stückchen von Anfang mit 8 Mesenterien. Die kräftigsten und unpaarigen, alten Mesenterien bilden die Grenzen-Mesenterien der Stückchen. — In allen Exemplaren war nur eine Neubildungszone mit Tentakeln und zwar nur an der oralen Partie der Stückchen angelegt.

a_1) Die alten Mesenterien reduziert mit Ausnahme eines Mesenteriums, der vollständig ist. In dem neuen Schlundrohr eine Schlundrinne in Verbindung mit einem neuen Richtungsmesenterienpaar. An der einen Seite

der Richtungsebene zwei neue vollständige Mesenterien, an der anderen zwei vollständige gleich orientierte, dann zwei unvollständige Mesenterien und schliesslich wieder ein vollständiges Mesenterium mit den Längsmuskeln den Richtungsmesenterien zugewandt. Neuanlage der Mesenterien an der einen Seite der Richtungsebene also *biradial*.

a_2) Von den alten Mesenterien sind zwei vollständig. Neubildung aus vier vollständigen Mesenterien bestehend, einem Richtungsmesenterienpaar und an jeder Seite davon einem unpaarigen Mesenterium, das wie die Richtungsmesenterien orientiert ist.

a_3) Wie a_2 nur sind keine alte Mesenterien vollständig.

a_4) Die alten und die neuen Mesenterien sind nicht unterscheidbar. In dem neuen Schlundrohr ist wenigstens eine Schlundrinne entwickelt in Verbindung mit einem Richtungsmesenterienpaar. Dem Richtungspaar gegenüber stehen zwei schwache aber vollständige Mesenterien, die nur in den aller distalsten Partien auftreten und deren Muskulatur sehr schwach ist. Ob dies ein zweites Richtungsmesenterienpaar oder eine Neubildung auf einem alten Paar ist, bleibt fraglich. Die übrigen Mesenterien zeigen eine *biradiale* Anordnung. Es lässt sich indessen nicht feststellen, ob die vollständigen Mesenterien, die der zweiten unvollständigen Regenerationszone gehören und die den Richtungsmesenterien zugewandte Längsmuskeln tragen, eine Neubildung oder die alten, kräftigsten Mesenterien sind. Die Lage der unvollständigen Mesenterien deuten jedoch darauf, dass die betreffenden Mesenterien neugebildet sind.

10) 15 Stückchen von Anfang mit 4 Mesenterien, von denen die schwächsten in der Mitte lagen. 19 Tage (18. VII—6. VIII). 7 Stückchen quergeschnitten. In vielen Fällen ist es sehr schwierig die alten Mesenterien von den neuen zu unterscheiden ebenso die Anordnung der Mesenterien in der Neubildung genau festzustellen. An allen Stückchen mit Ausnahme von einem (Fig. 7 Taf. 1) waren Tentakel nur an dem distalen Ende entwickelt.

a_1—a_2. Eine Neubildungszone der Mesenterien.

a_1) Die stärksten, alten Mesenterien in dem distalsten Teil vorhanden, von denen eines vollständig. Eine Schlundrinne in Verbindung mit einem Richtungspaar neugebildet; an der einen Seite ein vollständiges, wie das Richtungsmesenterium orientiertes Mesenterium.

a_2) An der beiden Seiten der neuen Richtungsebene drei *bilateral* angeordnete Mesenterien. Ausserdem vier vollständige Mesenterien, wie es scheint ein paariges und zwei unpaarige. Nur eine Schlundrinne.

a_3) Alte Mesenterien schwach. Resultat sehr unsicher. Vier vollständige Mesenterien, zwei und zwei mit den Längsmuskeln den alten Mesenterien zugewandt. Vier schwache Mesenterien zwischen den beiden Gruppen der vollständigen Mesenterien.

a_4—a_7) *Zwei Neubildungszonen.*

a_4) Die stärksten, alten Mesenterien in dem distalen Teil vorhanden, von denen eines vollständig. Zwei Schlundrinnen recht nahe an einander liegend, je in Verbindung mit einem Richtungsmesenterienpaar. Jede Neubildungszone aus vier gleich orientierten, vollständigen Mesenterien bestehend. Ausserdem einige schwache Mesenterien wie die Figur 15 Taf. 1 zeigt.

a_5) Alte Mesenterien wie in a_4, ebenso die neuen vollständigen Mesenterien; jedoch scheinen die an einander grenzenden zwei Mesenterien der beiden Neubildungszonen durch ein in Querschnitt ringförmiges, nur das Schlundrohr inserierendes Mesenterium repräsentiert zu sein.

a_6) Fig. 16 Taf. 1. Von der einen Richtungsebene gerechnet ist die Anordnung folgende: Ein Richtungsmesenterium, dann ein wie dies orientiertes, vollständiges Mesenterium, dann ein vollständiges mit undeutlichen Muskeln, ein Richtungsmesenterienpaar, zwei vollständige, recht weit von einander stehende Mesenterien mit zugewandten Längsmuskeln, dann vier vollständige, von denen die zwei ersten wahrscheinlich ein altes Mesenterium repräsentiert, zwei unvollständige und schliesslich ein Richtungsmesenterium. 2 Schlundrinnen.

a_7) Ein altes Mesenterium vollständig, dann folgen zwei dünne vollständige Mesenterien mit undeutlichen Muskeln, eine Zone von vier vollständigen, bilateral angeordneten Mesenterien, von denen die zwei mittleren ein Richtungsmesenterienpaar bilden, zwei vollständige, dünne Mesenterien und schliesslich ein Richtungsmesenterienpaar. 2 Schlundrinnen.

4 b. a_1) Stückchen von Anfang mit 16 Paaren von Mesenterien. 20 Tage (15. VII—4. VIII). *Doppeltier* mit einem Köpfchen sowohl an dem *distalen* als an dem *proximalen* Teil des Stückchens. Das proximale

Köpfchen ist kleiner und mit wenigeren Tentakeln versehen als das distale (Fig. 4, 5 Taf. 1); die proximalen Tentakel entwickelten sich auch später als die distalen. Die Form der alten Körperwand hat sich während des Verlaufs der Regeneration bedeutend verändert. Die Körperwand des abgeschnittenen Stückchens war mehrmals breiter als hoch, bei den regenerierten Stückchen ist die Körperwandpartie höher als breit, jedoch ist der Unterschied zwischen der Höhe und der Breite nicht so gross, weil diese Partie in der Querrichtung stark gewölbt ist. Das distale Köpfchen ist in der Schlundrohrregion mit 11 vollständigen Mesenterien versehen; von denen gehören vier bilateral angeordnete mit Sicherheit in die Neubildungszone. Die alten vollständigen Mesenterien bilden drei Paare; ein unpaariges Mesenterium, das seine Längsmuskeln gegen die vier neugebildeten Mesenterien kehrt, ist möglicherweise auch ein neugebildetes Mesenterium. An jeder Seite liegen zwischen der Neubildungszone und einem alten Mesenterienpaar resp. dem unpaarigen Mesenterium mehrere schwache Mesenterien. Das proximale Köpfchen ist etwa wie das distale entwickelt, nur ist das mittlere alte Mesenterienpaar nicht vollständig. Die Neubildungszone mit dem Richtungsmesenterienpaar und der einzigen Schlundrinne ist in jedem Köpfchen der alten Körperwandpartie *abgewandt* (Fig. 6 Taf. 1).

Von 20 Fragmenten[1], deren Körperwand nur durch die Mesenterien miteinander zusammenhingen, bildeten, wie oben erwähnt ist, nur zwei Fragmente Doppelköpfchen. Die Polarität des Körpers bei Sagartia viduata scheint also recht fest zu sein, obgleich vielleicht nicht so fest wie man aus der Entwicklung des in der Querrichtung halbierten Körpers bei Metridium vermuten könnte. Weil das Zusammenlöten des aboralen Teils der Körperwand mit der Fussscheibe an und für sich deutlicherweise eine Ausbildung eines Köpfchens in der aboralen Partie verhindert ganz wie das rasche Zusammenwachsen der Wundränder bei Längsteilung des Tieres in der Regel die Entwicklung einer Regenerationszone ausschliesst, so ist die Polaritätsfrage nicht ganz erledigt. In jedem Fall ist es interessant zu finden, dass auch an dem aboralen Teil eines Körperwandstückchens in seltenen Fällen ein Köpfchen entstehen kann, das in morfologischer Hinsicht fast gleich so gut entwickelt ist wie das an der oralen Seite stehende, d. h. nicht nur Tentakel und Mundscheibe, sondern auch Schlundrohr, Schlundrinne und eine Neubildungszone von Mesenterien enthält, die, infolge dass die alten Mesenterien in der Körperwandpartie sich finden, aboralwärts liegt.

Was die Entwicklungstypen der Mesenterien in der Neubildung anbelangt, so kommt der bilaterale mit drei vollständigen Paaren nur in zwei Stückchen (6 b a_1 und 10 a_2), der bilaterale mit nur zwei vollständigen Paaren in zwei Fragmenten (17 a_2, a_3) vor, ausserdem ist in zwei oder möglicherweise drei Stückchen (10 a_1, 10 a_7 und 17 a_1?) die Mesenterien an der einen Seite der Richtungsebene nach dem zweiten Typus entwickelt. Der biradiale Typus mit nur einem Richtungsmesenterienpaar findet man in einem Fall (16 a_4) an beiden Seiten der Richtungsebene, in einem Fall an der einen Seite (17 a_1). In allen diesen Stückchen waren nur eine Schlundrinne und ein Richtungsmesenterienpaar angelegt. In vier Stückchen (10 a_4—a_7) sind zwei Schlundrinnen und zwei Richtungsmesenterienpaare in der Neubildung entstanden. Die neuen Richtungsebenen lagen einander nicht ganz gegenüber, sondern bildeten einen etwa 45° Winkel gegen die alte Mittelebene. Der Entwicklungstypus war hier wenigstens an der einen Seite biradial.

Was das Doppeltier (4b a_1) anbelangt, ist es schwer die Entwicklungstypen der Mesenterien festzustellen.

[1] Vier ähnliche Fragmente von Metridium (Regenerationszeit 25 Tage) entwickelten nur an der oralen Seite Köpfchen.

Das Auftreten zweier Richtungsmesenterienpaaren gleichzeitig mit einer Umwerfung der Richtungsebenen in der Serie 10 ist besonders bemerkenswerth, denn mehr als die halbe Zahl dieser Serie enthielt zwei Richtungsmesenterienpaare. Die Ursache dieser Umwerfung der Richtungsebene ist schwierig anzugeben, steht aber möglicherweise damit in Zusammenhang, dass die Stückchen vier Mesenterien hatten, von denen die stärksten und unpaarigen an den Seiten, die schwächeren in der Mitte lagen. Es scheint nämlich, als ob solche Stückchen mehr Tendenz haben als andere die Richtungsebene nicht in der Fortsetzung der Radien der mittleren Mesenterien anzulegen (vergl. p. 17).

5. Sagartia viduata. Versuche mit künstlicher Laceration. Regeneration sehr kleiner Stückchen, die von Anfang keine Richtungsmesenterien enthielten.

In meinen Studien über die Korrelationen zwischen der Regeneration und der Symmetrie bei den Actiniarien habe ich (p. 44—47) einige Versuche mit kleinen Lacerationsstückchen mitgeteilt. Weil sie indessen zu wenig waren um einige bestimmte Schlussfolgerungen daraus ziehen zu können, habe ich die Experimente wiederholt. Ausserdem habe ich die Regeneration kleiner Stückchen mit nur einem Mesenterium untersucht.

a) Stückchen, die von Anfang nur ein Mesenterienpaar enthielten.

5 b). 29 Stückchen, 25 Tage (15. VII—5. VIII). Bei der Fixierung waren 21 Stückchen übrig, von denen 8 geschnitten sind. In dem neuangelegten Schlundrohr ist immer nur eine Schlundrinne entstanden.

b_1—b_3. Alte Mesenterien schwach, nur in dem proximalen Teil des Körpers vorhanden. Neubildungen: 1 Richtungsmesenterienpaar, dann an jeder Seite ein vollständiges Mesenterium mit den Längsmuskeln von den Richtungsmesenterien abgewandt.

b_4—b_5. Alte Mesenterien stärker als bei den vorigen Stückchen und mit dem Schlundrohr als ein Paar vereinigt. Neubildungen wie in b_1—b_3, nur ist bei dem einen Exemplar ein schwaches Mesenterium zwischen den vollständigen neuen Mesenterien der einen Seite entstanden.

b_6. Alte Mesenterien wie in b_1—b_3. Neubildungen: 6 Mesenterien vollständig, unter denen ein Richtungsmesenterienpaar. An jeder Seite der Richtungsebene sind die drei Mesenterien gleich orientiert.

b_7. Alte Mesenterien in den Schlundrohrpartien schwach. Neubildungen: An jeder Seite von der neuen Richtungsebene gerechnet zwei vollständige Mesenterien mit den Längsmuskeln von der Richtungsebene abgewandt, dann zwei kleine unvollständige Mesenterien und schliesslich ein vollständiges Mesenterium mit den Längsmuskeln gegen die anderen neuen Mesenterien zugewandt.

b_8. Während in den Stückchen b_1—b_7 die Richtungsebene eine Fortsetzung der Mittelebene des noch nicht regenerierten Stückchens bildet, liegt in b_8 die Richtungsebene fast senkrecht zu der alten Mittelebene. Die alten Mesenterien sind gut entwickelt und vollständig. Neubildungen: Zwischen dem Richtungsmesenterienpaar und den alten Mesenterien sind an der einen Seite keine neuen Mesenterien entwickelt, an der anderen dagegen zwei vollständige Mesenterien mit zugewandten Längsmuskeln und schliesslich ein schwaches, unvollständiges Mesenterium.

b) Stückchen, die von Anfang nur vier Mesenterien, ein schwaches Paar und an jeder Seite davon ein unpaariges Mesenterium, enthielten.

Bei dem Abschneiden dieser Stückchen beabsichtigte ich Fragmente mit nur zwei unpaarigen Mesenterien zu bekommen. Es zeigte sich indessen bei der mikroskopischen Untersuchung, dass zwischen diesen ein sehr schwaches Mesenterienpaar vorhanden war. Weil die vorher untersuchten Stückchen mit vier Mesenterien nicht so zahlreich sind, teile ich hier die Resultate meiner Untersuchungen über diese Fragmente mit.

16. Verschiedene Stückchen. 24 Tage (14. VII—7. VIII).

a_1—a_5) Von den alten Mesenterien ist nur das stärkste mit dem Schlundrohr verbunden, die übrigen sehr schwach. Eine Schlundrinne und ein Richtungsmesenterienpaar in der Neubildung. Die neue Richtungsebene liegt etwa den alten Mesenterien gegenüber. An jeder Seite der Richtungsebene ein Richtungsmesenterium und ein vollständiges, wie dies orientiertes Mesenterium, dann folgt (a_4) in einem Individuum ein schwaches Mesenterium und in einem anderen (a_5) zwei solche.

a_6) Die zwei unpaarigen, alten Mesenterien vollständig. Neubildungen wie in a_1—a_5.

a_7) Von den alten Mesenterien scheinen die zwei unpaarigen vollständig zu sein, jedoch ist es möglich dass diese Mesenterien zu der Neubildung gehören, da eine Kontinuität zwischen den alten Partien und den neuen nicht vorhanden ist. Sie kehren ihre Längsmuskeln gegen die Neubildung. Neubildungszone wie in a_5.

a_8—a_{10}) Zwei Schlundrinnen und zwei Richtungsmesenterienpaare in der Neubildung. Die Richtungsebene etwa senkrecht zu der Längsrichtung der alten Mesenterien.

a_8) Fig. 17 Taf. 1, Fig. 20 Taf. 2. Von den alten Mesenterien sind nur die unpaarigen kräftig und vollständig. Zwei Neubildungszonen, je aus vier vollständigen Mesenterien bestehend. In jeder Zone sind die Längsmuskeln gleich orientiert und die Mesenterien der beiden Zonen kehren ihre Längsmuskeln gegen einander. An der einen Seite der alten Mesenterien zwei kleine Mesenterien, an der anderen ein solches vorhanden.

a_9) Wie a_8, nur sind an beiden Seiten der vollständigen alten Mesenterien zwei kleine Mesenterien entwickelt.

a_{10}) Nur das kräftigste alte Mesenterium vollständig. Zwei Neubildungszonen. In der einen liegt an der einen Seite der Richtungsebene erstens ein Richtungsmesenterium, dann ein gleich wie dies orientiertes, vollständiges Mesenterium, dann zwei sehr kleine und ein etwas stärkeres, unvollständiges Mesenterium, das neben dem alten Mesenterium steht. In der anderen Zone finden sich dieselben Mesenterien, aber in umgekehrter Ordnung; das Mesenterium, das an das alte grenzt, ist hier jedoch vollständig und kehrt seine Längsmuskeln gegen die zu derselben Zone gehörenden, vollständigen Mesenterien.

a_{11}) Zwei Schlundröhre je mit einer Schlundrinne und einem Richtungsmesenterienpaar in der Neubildung. Die eine Richtungsebene liegt senkrecht zu der Mittelebene des alten Stückchens, die andere in der Fortsetzung derselben. Das stärkste alte Mesenterium vollständig, die übrigen sehr schwach. Von den alten Mesenterien gerechnet liegt, wenn wir der Periferie des Stückchens folgen, eine Neubildungszone von vier gleich orientierten, vollständigen Mesenterien, die mit dem einen Schlundrohr verbunden sind, dann liegen zwei schwache Mesenterien und weiter die Mesenterien, die zu der anderen Neubildungszone und dem anderen Schlundrohr gehören: erstens vier vollständige Mesenterien mit gewöhnlicher Orientierung (in der Mitte ein Richtungsmesenterienpaar), dann zwei sehr schwache Mesenterien und wieder ein vollständiges gleich wie die vorigen orientiertes Mesenterium, dann zwei sehr schwache und schliesslich das alte hier vollständige Mesenterium mit den Längsmuskeln gegen das zugehörende Richtungsmesenterienpaar gekehrt.

c) Stückchen von Anfang mit nur einem einzigen Mesenterium.

7 c. 45 Stückchen, 23 Tage (13. VII—5. VIII). Von den 45 Exemplaren waren 25 nach 23 Tage mit Tentakeln versehen. 13 Exemplare geschnitten. Wenn nicht näher angegeben ist, ist immer nur eine mit den Richtungsmesenterien verbundene Schlundrinne in dem neuen Schlundrohr angelegt.

a_1—a_4) Das alte Mesenterium nur in dem untersten Teil des Körpers vorhanden. Drei Paare neugebildeter vollständiger Mesenterien, unter denen ein Richtungsmesenterienpaar, alle mit den Längsmuskeln gegen das alte Mesenterium zugewandt. Richtungsmesenterien dem alten Mesenterium gegenüber.

a_5) Altes Mesenterium vollständig. Drei Paare neugebildeter, vollständiger Mesenterien wie in a_1—a_4. Ausserdem ein neues vollständiges Mesenterium an der einen Seite der Richtungsebene neben dem alten Mesenterium, das an der anderen Seite der Richtungsebene liegt. Die beiden letzten Mesenterien bilden zusammen ein gewöhnliches Paar.

a_6—a_7) Altes Mesenterium schwach und unvollständig. 2 neue vollständige Mesenterienpaare, ein Richtungsmesenterienpaar und ein wie dies orientiertes Paar mit einem Mesenterium an jeder Seite der Richtungsebene. Dieser gegenüber das alte Mesenterium.

a_8) Altes Mesenterium stark und vollständig zu einem neuen scheinbaren Richtungsmesenterienpaar entwickelt, Fig. 21, 22 Taf. 2. Neugebildete Mesenterien wie in a_6 und a_7. Die Richtungsebene senkrecht zu der Längsrichtung des alten Mesenteriums.

a_9) Altes Mesenterium bildet nach der Regeneration ein vollständiges unpaariges Mesenterium. 2 Paare neuer Mesenterien wie in a_6—a_7.

a_{10}) Altes Mesenterium sehr schwach, nur in den untersten Teilen des Körpers vorhanden. 2 Paare neuer Mesenterien wie in a_6—a_7. Ausserdem zwei kleine Mesenterien, den Richtungsmesenterien gegenüber oberhalb der Reste des alten Mesenteriums.

a_{11}—a_{12}) Altes Mesenterium sehr schwach und unvollständig. Drei Paare neugebildeter, vollständiger Mesenterien, unter denen ein Richtungsmesenterienpaar. Von der Richtungsebene gerechnet an jeder Seite derselben ein Richtungsmesenterium, dann ein gleich wie dies orientiertes Mesenterium, dann ein Mesenterium mit den Längsmuskeln den übrigen zugewandt.

a_{13}) (Fig. 9, Taf. 1). Zwei fast gegen einander gekehrte Schlundrinnen und Richtungsmesenterienpaare. Neben jedem Richtungsmesenterienpaar ein wie dies orientiertes vollständiges Paar mit seinen Hälften an jeder Seite der Richtungsebene; in der Mitte der einen Seite zwischen zwei seitlichen Mesenterien noch ein einziges vollständiges Mesenterium. Möglicherweise ist das Exemplar durch Zusammenwachsen von zweien entstanden.

Die Regeneration kleiner Stückchen, die von Anfang mit 1 bis 4 Nicht-Richtungsmesenterien versehen waren, ähnelte also der Regeneration von denen, die zu Beginn der Versuche 8 bis 16 solche Mesenterien hatten. Besonders gilt dies von den Stückchen, die ein altes Mesenterium oder zwei enthielten. Die neue Richtungsebene lag hier meistens ungefär in der Fortsetzung der alten Mesenterien und die Neubildung der Mesenterien geschah hier in ähnlicher Weise wie dort. Nach dem bilateralen Entwicklungsmodus mit zwei gleich orientierten, vollständigen Mesenterienpaaren in der Neubildung hatten sich die meisten Stückchen und zwar 10 (7 c. a_6—a_{10}; 5 b. b_1—b_5) entwickelt. 6 andere Stückchen (7 c. a_1—a_5 und 5 b. b_6) gruppierten die neuen Mesenterien nach dem bilateralen Typus mit drei vollständigen Paaren, während nur drei (7 c. a_{11}—a_{12}; 5 b b_1) dem biradialen folgten. Ausserdem waren in einem Stückchen (5 b. b_8 und 7 c. a_{13}?), bei dem das Richtungsmesenterienpaar etwa senkrecht zu den alten Mesenterien stand, die neuen Mesenterien an der einen Seite der Richtungsmesenterien biradial angeordnet, während an der anderen Seite keine neue Mesenterien sich angelegt hatten.

Was die Regeneration der Stückchen mit vier alten Mesenterien dagegen anbelangt, so verlief sie nicht so regelmässig wie die bei den oben erwähnten Stückchen. In nur 7 Stückchen fiel die neue Richtungsebene mit der Mittelebene der Fragmente zusammen. 6 von diesen (16 a_1—a_6) waren mit zwei bilateral angeordneten, neuen vollständigen Mesenterienpaaren versehen, während ein Stückchen (16 a_7) nach der

Regeneration vielleicht dieselbe Anordnung der neuen Mesenterien zeigte, vielleicht nach dem biradialen Typus entwickelt war. Drei Stückchen (16 a_8—a_{10}) gruppierten die neue Richtungsebene senkrecht zu der alten Mittelebene, wodurch die neuen Mesenterien sich biradial anlegten und zwar wie bei Aiptasia mit zwei Richtungsmesenterienpaaren. Ein viertes Stückchen (16 a_{11}) hatte ein Doppeltier ausgebildet. Mit dem einen Schlundrohr waren vier vollständige, gleich orientierte neue Mesenterien, unter denen ein Richtungsmesenterienpaar, das senkrecht zu der Längsrichtung der alten Mesenterien lag, vereinigt, mit dem anderen fünf vollständige neue Mesenterien. Weil das neue Richtungsmesenterienpaar hier etwa in der Fortsetzung der Längsrichtung der alten Mesenterien angelegt war, hatte sich hier nur ein einziges Richtungsmesenterienpaar entwickelt.

Nun fragt es sich, warum bei den letzten Fragmenten in gewissen Fällen eine atypische Anordnung der neuen Richtungsebene und der neuen Mesenterien auftritt. Um diese Frage zu beantworten müssen wir uns erinnern, dass eine Veränderung der Lage der Richtungsebene in den Lacerationsstückchen teils durch den raschen Zuwachs des aus dem alten Richtungsfach ausgestülpten Richtungstentakels und die dadurch entstandene Doppelbildung, teils durch eine mehr oder weniger starke Krümmung der alten Mesenterien nach der einen Seite hin, teils durch das Zusammenwachsen zweier Lacerationsstückchen bedingt ist (vergl. 1904, p. 44—46). Von diesen Alternativen, den einzigen, die nach meiner gegenwärtigen Kenntnis die Lage der Richtungsebene in den Lacerationsstückchen verändern, kann die erste nicht in Betracht kommen; ebenso scheinen die Reste der alten Mesenterien nicht für eine Krümmung dieser Mesenterien zu sprechen. Es bleibt also nur übrig zu behaupten, dass die in Betreff der Lage der neuen Richtungsebene abweichenden Stückchen mit biradialer Anordnung der Mesenterien durch Zusammenwachsen zweier Lacerationsstückchen entstanden sind. In der Tat spricht auch der Umstand, dass in den Stückchen vier alte Mesenterien sich fanden, während ich bei dem Abschneiden der Fragmente beabsichtigte Stückchen mit nur zwei Mesenterien zu bekommen, dafür, dass ein Zusammenwachsen zweier Stückchen geschehen ist, ein Verhalten, dass bei der von mir angewandten Metode nicht selten stattfindet, weil die Stückchen nach der Operation fortwährend in ihrer ursprünglichen Stellung an der Glasplatte anheften. Zwar sind in gewissen Fällen auch in den normal sich entwickelnden Stückchen, wie es scheint, vier alte schwache Mesenterien vorhanden, aber es wäre möglich, dass entweder die Mesenterien in dem Individuum, aus dem die Fragmente geschnitten sind, nicht ganz regelmässig angeordnet wären (vergl. 1904, p. 7), so dass in dem Stückchen in gewissen Fächern ein sehr schwaches Mesenterienpaar sich steckte, oder dass das Zusammenwachsen der Stückchen in gewissen Fällen so rasch verlief, dass die Stellung der neuen Richtungsebene nicht gestört wurde. Möglich wäre es, dass man ausser den erwähnten drei Alternativen eine oder mehrere andere für die Lösung dieser Frage supponieren könnte. Bisher fehlt indessen jede festere Basis für eine solche Annahme, denn die Lage der Richtungsebene und damit die der Schlundrinnen scheinen nicht eine Funktion der ursprünglichen Stellung derselben in dem Actinienkörper zu sein. Was das Stück-

chen mit zwei Schlundröhren betrifft, so ist dies ganz sicher durch Zusammenwachsen zweier Fragmente entstanden.

Die hier mitgeteilten Abweichungen in der Stellung der Richtungsebene schliessen sich nahe an denen, die ich vorher (1904, p. 44—46) bei den Fragmenten mit nur einem alten Mesenterienpaar geschildert habe. Dort sahen wir deutlich eine Doppelbildung durch Zusammenwachsen zweier Stückchen entstehen wie auch, dass die Krümmung der alten Mesenterien die Stellung der neuen Mesenterien verändert.

6. Sagartia viduata. Über die Regeneration kleiner Lacerationsstückchen verschiedener Form. Die Stückchen enthielten von Anfang keine Richtungsmesenterien.

Wie ich in meiner vorigen Abhandlung betont habe, scheint die Form der Lacerationsstückchen den Regenerationsmodus gewissermassen beeinflussen. Während nämlich kleine Stückchen fast immer eine Neubildungszone der Mesenterien oder seltener zwei solche ausbildeten, schlossen grössere Stückchen entweder und zwar am öftesten die Schnittränder ohne neue Mesenterien anzulegen oder entwickelten und zwar bei langgestreckten Lacerationsstückchen, wo eine Annäherung der Schnittränder nicht möglich war, mehrere Regenerationszonen. Um zu sehen, ob auch in den kleinen Lacerationsstückchen der Regenerationsverlauf in einiger Korrelation zu der Form der Stückchen steht, habe ich die Form dieser Stückchen variirt. In den schon beschriebenen Versuchen waren die ausgeschnittenen Stückchen viereckig oder rechteckig mit den drei Wundflächen und dem ganzen Fussscheibenrand annähernd gleich lang. Die hier mitgeteilten Versuche beziehen sich auf kleine Lacerationsstückchen, die teils von Anfang ein gleichseitiges Dreieck, teils ein Rechteck bildeten, an dem von der distalen Seite ein tiefer Einschnitt sich streckte, der das Stückchen in fast zwei Hälften teilte. Die dreieckigen Stückchen sind so ausgeschnitten, dass entweder der Fussscheibenrand eine Seite des Dreiecks ausmachte oder alle drei Seiten Wundflächen waren.

In Betreff der dreieckigen Stückchen so war es zu erwarten, dass die, welche den Fussscheibenrand enthielten, sich wie die schon behandelten viereckigen oder rechteckigen Stückchen verhalten sollten; dass die dagegen, welche mit drei Wundflächen versehen waren, von denen die distalste parallel mit dem abgeschnittenen Fussscheibenrand verlauf, vielleicht mehr Tendenz als die viereckigen Stückchen zeigen sollten zwei Neubildungszonen, eventuell zwei Köpfchen zu entwickeln, weil die distale Wundfläche verhältnismässig breit war. Noch wahrscheinlicher war es Doppelbildungen bei den Stückchen anzutreffen, die durch den Einschnitt fast in zwei Stückchen geteilt waren, vorausgesetzt dass die beiden Hälften des Stückchens nicht bald nach dem Abschneiden mit einander zusammenschmolzen.

a) Regeneration der dreieckigen Stückchen, deren eine Seite den Fussscheibenrand bildete deren zwei andere Seiten Wundflächen waren. Die Stückchen enthielten von Anfang 8 Mesenterien, von denen die stärksten in der Mitte sich befanden.

4 ac. 20 Tage (15. VII—4. VIII). Die Stückchen verhielten sich nach dem Abschneiden ganz wie die in voriger Abhandlung (1904) beschriebenen Stückchen. In allen Fällen sind nur eine Schlundrinne und ein Richtungsmesenterienpaar neugebildet, die in der Fortsetzung der Mittelebene der Stückchen enstanden waren.

a_1) In dem distalen Teil sind die zwei stärksten, alten Mesenterien vollständig. Neubildungen: Den starken Mesenterien gegenüber ein Richtungsmesenterienpaar und an jeder Seite davon ein vollständiges und dann ein unvollständiges Mesenterium; die vollständigen Mesenterien *bilateral* angeordnet.

a_2) Alle alte Mesenterien unvollständig. Neubildungen: 4 vollständige Mesenterien wie in a_1, keine unvollständigen vorhanden.

a_3—a_4) Alte Mesenterien nur in dem proximalen Teil des Körpers vorhanden. Drei Paare gleich orientierter, *bilateral* angeordneter vollständiger Mesenterien neugebildet.

a_5) Von den alten Mesenterien sind nur ein Paar mit zugewandten Längsmuskeln vollständig. Neubildung *bilateral* wie in a_3—a_4.

a_6) Alte Mesenterien wie in a_5. An der einen Seite der neuen Richtungsebene sind zwei, an der anderen drei vollständige Mesenterien neugebildet, die alle *bilateral* angeordnet sind.

a_7) Alte Mesenterien nur in den proximalen Teilen des Körpers vorhanden. 6 vollständige und vier unvollständige Mesenterien *biradial* angeordnet, jedoch ohne das zweite Richtungsmesenterienpaar.

a_8) Die zwei kräftigsten alten Mesenterien vollständig. Neubildung wie in a_7 *biradial*.

b) Regeneration der dreieckigen Stückchen, deren eine und zwar distale Seite parallel mit dem Fussscheibenrand verläuft, deren zwei andere in eine Spitze nahe an dem Fussscheibenrand zusammenlaufen. 6 ursprüngliche Mesenterien, das stärkste Paar in der Mitte der Stückchen.

21. 29 Tage (16. VII—13. VIII). Die Wundränder der Körperwand und der Fussscheibe näherten sich in den proximalen Schnittflächen einander und zusammenwuchsen, während die Neubildung über den distalen Schnittflächen entstand. 8 Stückchen. 3 Stückchen hatten am Ende der Regenerationszeit kein Schlundrohr und keine Mesenterien neugebildet. In einem Fall entwickelten sich zwei bilateral angeordneten Mesenteriengruppen je mit ihrem Richtungsmesenterienpaar, in den übrigen Fällen nur ein Richtungsmesenterienpaar und eine Schlundrinne. Mit Ausnahme von a_1 und a_8 liegt die neue Richtungsebene in der Fortsetzung der Mittelebene.

a_1) Von den alten Mesenterien sind zwei vollständig, jedoch ist das eine von diesen in der Mitte halbiert, so dass drei alte Mesenterien mit dem Schlundrohr vereinigt scheinen. Neubildung: Vier vollständige und zwei unvollständige Mesenterien, die letzteren grenzen an die alten Mesenterien. Vollständige Mesenterien *bilateral* angeordnet. Die Neubildung liegt an der einen Seite der kräftigsten alten Mesenterien.

a_2) Das kräftigste alte Paar vollständig. Neugebildete Mesenterien wie in a_1.

a_3) Keine alten Mesenterien vollständig. Vier vollständige, *bilateral* angeordnete Mesenterien in der Neubildung.

a_4) Keine alten Mesenterien mit dem Schlundrohr verbunden. Neubildung: Drei Paare *bilateral* angeordneten Mesenterien vollständig.

a_5) Das kräftigste alte Paar vollständig. Neubildung: An der einen Seite der Richtungsebene liegen zwei gleich orientierte, vollständige Mesenterien, dann ein unvollständiges; an der anderen ein Richtungsmesenterium und ein vollständiges Paar, welch letzteres proximal sich als ein einziges Mesenterium darstellt. Die Entwicklung der Mesenterien ist an der einen Seite also *bilateral*, an der anderen *biradial*.

a_6) Alte Mesenterien nur in dem proximalen Körperteil vorhanden aber schwach. *Zwei Neubildungszonen, je aus einem Richtungsmesenterienpaar* und zweien wie dies orientierten Mesenterien bestehend. Von

diesen ist die eine Zone kräftiger und proximalwärts, wo sie etwa in der Fortsetzung der alten Mittelebene liegt, allein vorhanden. Distalwärts wird sie gleichzeitig mit dem Auftreten der zweiten Zone gegen die eine Seite des Stückchens verschoben, so dass die neue Richtungsebene hier etwa senkrecht zu der alten Mittelebene steht. Die neuen Richtungsmesenterienpaare sind in den distalsten Teilen fast symmetrisch gegen einander gestellt.

c) Regeneration von rechteckigen Stückchen, die von den distalen Kanten durch einen winkelförmigen Einschnitt distal in zwei Partien aufgeteilt waren. Die Stückchen enthielten von Anfang 8 Mesenterien, von denen das kräftigste Paar in der Mitte der Stückchen lag.

9 ab. 22 Tage (15. VII—6. VIII). Von 8 Stückchen behielt nur ein einziges (a_7) deutliche Spure des Einschnitts (Fig. 8 Taf. 1), alle übrigen schlossen die Schnittränder des Einschnitts und rundeten sich ab.

a_1—a_2) Ein altes Schlundrohr in Verbindung mit alten Mesenterien. Wahrscheinlich sind keine neuen Mesenterien angelegt.

a_3) Ein altes Mesenterienpaar vollständig. Neubildung: Ein Richtungsmesenterienpaar, an der einen Seite davon ein vollständiges und ein unvollständiges Mesenterium, an der anderen zwei mal dieselbe Anordnung; alle vollständige, neue Mesenterien gleich orientiert, *bilateral* angeordnet.

a_4) Zwei alte Mesenterien vollständig. Neubildung an der einen Seite des stark gekrümmten, stärksten, alten Mesenterienpaares. Ein Richtungsmesenterienpaar, dann liegt an der einen Seite ein unvollständiges, ein vollständiges und wieder ein unvollständiges Mesenterium, an der anderen ein vollständiges, ein unvollständiges und ein vollständiges Mesenterium. Alle vollständige neue Mesenterien gleich orientiert, *bilateral*.

a_5) Ein altes Mesenterienpaar vollständig. Neubildung: Der alten Mittelebene gegenüber ein Richtungsmesenterienpaar, dann jederseits ein unvollständiges Paar, deutlicherweise von einer zweiten Ordnung und ein vollständiges Paar, von denen das Mesenterium, das an die alte Partie grenzt, schwächer ist und nur in der distalsten Partie vollständig ist. Deutlicherweise ist dies ein späteres Entwicklungsstadium von dem bilateralen mit nur zwei vollständigen Mesenterienpaaren.

a_6) Die alten Mesenterien nur als schwache Reste in dem proximalen Körperteil vorhanden. Die neue Richtungsebene senkrecht zu der ursprünglichen Mittelebene. Zwei gegen einander gekehrte Zonen, jede von vier bilateral angeordneten vollständigen Mesenterien, in allem also 8 vollständige Mesenterien, unter denen *zwei Richtungsmesenterienpaare*. Zwei Schlundrinnen.

a_7) Das Stückchen hatte nicht die schrägen Schnittränder zusammengelötet, wodurch die Spur des Einschnittes auch bei dem Regenerat vorhanden war, im Gegenteil die Schnittränder divergierten schon den ersten Tag nach der Laceration stark distalwärts. Das Stückchen hatte nach der Fixierung die Form, die die Fig. 8, Taf. 1 zeigt. Die Fussscheibenpartie war stark in eine Richtung ausgezogen, in der Mitte war sie in zwei deutlichen Portionen von der Fussscheibe an eingeschnürt. Distalwärts ist das Stückchen an Querschnitten mehr rundlich. Was die alten Mesenterien betrifft, so sind sie nur in den proximalen Teilen des Körpers vorhanden; nur vier schwache Reste der Mesenterien finden sich in der Schlundrohrregion. Wie man von den Figuren 18, 19, Taf. 1 Fig. 23, 24, Taf. 2 sehen kann, scheinen die alten Mesenterien, die in den beiden Enden der ausgezogenen Fussscheibe liegen, mehr als acht, was wahrscheinlich damit zusammenhängt, dass die inneren Partien einiger alten Mesenterien sich nicht aufgelöst haben. Neubildungszonen: In dem proximalen Körperteil findet man zwei Zonen (Fig. 18, 19, Taf. 1) je aus vier Mesenterien, ein Richtungsmesenterienpaar und ein wie dies orientiertes Paar, in dem distalen (Fig. 23, 24, Taf. 2) verbindet sich jede dieser Zonen mit einem besonderen Schlundrohr, in der distalsten Körperpartie tritt noch eine ganz ähnliche Zone auf und verbindet sich mit dem einen Schlundrohr. Rings um das eine Schlundrohr sind also 8 neue Mesenterien, unter denen zwei Richtungsmesenterienpaare, biradial, rings um das andere 4 Mesenterien bilateral angeordnet. In dem ersten Schlundrohr sind zwei Schlundrinnen, in dem anderen nur eine vorhanden. Zwei Mundöffnungen.

Die hier mitgeteilten Versuchen scheinen also dahin zu deuten, dass die Form des abgeschnittenen Stückchens in dem Fall, dass die Stückchen klein sind, nur wenig

Einfluss auf den Regenerationsmodus der Mesenterien hat. In der Tat hängt jedoch der Unterschied, der zwischen den grösseren und den kleineren Stückchen vorhanden zu sein scheint, wahrscheinlich damit zusammen, dass kleinere Stückchen, wie wir hier gesehen haben, seien sie drei oder viereckig, oder rechteckig mit einem tiefen Einschnitt, ihre ursprüngliche Form bald verlieren und sich bald abrunden, während grössere langgestreckte Fragmente länger die ursprüngliche Form des Regenerats beibehalten. Es zeigt sich nämlich, dass auch in kleinen Stückchen, die während der Regeneration ihre Form nicht wesentlich verändern, die Konfiguration den Entwicklungsgang des Regenerats beeinflusst. So ist dies der Fall mit dem in 9 ab. a_7 erwähnten Fragmente, wo der tiefe Einschnitt deutlich die Kontinuität der beiden Hälften ganz oder zum grössten Teil unterbrochen hat und Anlass zu einer Doppelbildung gegeben, in ganz ähnlicher Weise wie bei Planarien Doppelbildungen zu Stande kommen können.

Was die Entwicklungstypen der Mesenterien betrifft, so sind sie in etwa gleicher Zahl vorhanden. Der bilaterale Typus mit zwei Paaren vollständiger Mesenterien kam in 7 Fällen (bei den Gruppen a und c je 2 Fälle, bei der Gr. b 3 Fälle) vor, der bilaterale Typus mit drei Paaren vollständiger Mesenterien in 4 Fällen (bei der Gr. a 3 Fälle bei der Gr. b 1 Fall) und der biradiale Typus in 5 Fällen (bei den Gruppen a und c je 2 Fälle, bei der Gr. b. 1 Fall). Ausserdem treten mehrere gemischte Typen auf, indem die Mesenterien an der einen Seite der Richtungsebene nach dem einen Typus, die der entgegengesetzten nach dem anderen sich entwickelt haben. So findet man in einem Fall (bei der Gr. b) die Mesenterien nach dem ersten bilateralen und dem biradialen Typus angelegt, in zwei Fällen (bei der Gruppen a und c) nach den beiden bilateralen gruppiert. In einem zweifelhaften Fall (bei der Gruppe c) ist übrigens die Mesenterien an der einen Seite der Richtungsebene nach dem bilateralen Typus mit drei vollständigen Mesenterienpaaren angeordnet.

In der Regel lag die neue Richtungsebene in der Fortsetzung der alten Mittelebene, in drei Fällen (1 bei der Gruppe b und zwei in der Gruppe c) liegt die neue Richtungsebene senkrecht zu der Mittelebene, in einem Fall (bei der Gruppe c) leitete die Regeneration zu einer Doppelbildung (9 ab. a_7).

7. Sagartia viduata. Über die Regeneration kleiner Lacerationsstückchen, die von Anfang Richtungsmesenterien enthielten.

In meinen ersten Studien (1904, p. 13—21, 22—25) habe ich grössere Fragmente untersucht, in deren Mitte oder an deren Seite Richtungsmesenterien von Anfang sich fanden. Von diesen Fragmenten entstanden oft Doppelbildungen. Um zu sehen, ob kleinere Fragmente auch solche bilden oder ob sie nicht fastmehr sich in der Hauptsache wie kleinere Fragmente ohne Richtungsmesenterien verhalten sollten, wurden folgende Versuche angestellt, teils wurden Stückchen mit nur einem Richtungsmesenterienpaar, oder mit 4 oder mit 8 Mesenterien mit dem Richtungsmesenterien-

paar genau in der Mitte ausgeschnitten, teils wurden Stückchen mit 4 oder 8 Mesenterien, von denen das Richtungsmesenterienpaar an der Seite lag, aus dem Körper weggenommen.

A. Stückchen, die von Anfang nur zwei Mesenterien und zwar ein Richtungsmesenterienpaar enthielten.

2 a) Vier Stückchen. 22 Tage (13. VII—4. VIII). In allen Stückchen wurden zwei Schlundrinnen angelegt, die eine mit dem alten, die andere mit dem neuen Richtungsmesenterienpaar in Verbindung. Das neue Richtungsmesenterienpaar liegt dem alten gegenüber, wodurch die neue Richtungsebene mit der alten zusammenfällt. Die äussere Partie des alten Richtungsmesenterienpaares bleibt als solches und ist als ein vollständiges Mesenterienpaar mit dem neuen Schlundrohr vereinigt.

a_1) An jeder Seite der neuen Richtungsebene finden sich drei vollständige Mesenterien, alle mit den Längsmuskeln gegen das alte Richtungsmesenterienpaar zugewandt. Zwischen dem zweiten und dem dritten Mesenterium sieht man ein schwaches Mesenterium, das nur in den proximalen Körperpartien vorhanden ist. *Bilateraler Entwicklungstypus* (Fig. 28, Taf. 2).

a_2—a_4) Drei Paare neugebildeter, vollständiger Mesenterien. Die zwei ersten Mesenterien an jeder Seite der neuen Richtungsebene wie in a_1 orientiert, das dritte hat die Längsmuskeln wie das alte Richtungsmesenterienpaar gekehrt. In zwei Exemplaren (a_3, a_4) waren zwischen dem zweiten und dem dritten Mesenterium zwei kleine Mesenterien angelegt. *Biradialer Entwicklungstypus* (Fig. 29, Taf. 2).

B. Stückchen, die von Anfang ein Richtungsmesenterienpaar und an jeder Seite davon ein einziges unpaariges Mesenterium enthielten.

2 b) Zwei Stückchen. 26 Tage (18. VII—13. VIII).

a_1) Drei alte Mesenterien in dem Boden des Körpers vorhanden. Keine Neuanlage der Mesenterien. Das alte Richtungsmesenterienpaar ist durch die Entstehung des neuen Schlundrohrs in der Mitte desselben zu zwei neuen Richtungsmesenterienpaare umgebildet, indem die inneren Partien des alten Paares das eine neue Richtungsmesenterienpaar, die äusseren das andere bilden. Die neue Richtungsebene fällt mit der alten zusammen. Schlundrinnen nicht distinkt, das Schlundrohr in Querschnitt rund.

a_2) Von den alten Mesenterien sind die unpaarigen verkümmert. Die inneren Teilen des alten Richtungsmesenterienpaares sind stark gegen die äusseren gebogen. Auf dem Rückstand dieser inneren Teilen ist ein neues Richtungsmesenterienpaar entwickelt, das neben dem anderen Paar liegt, das aus den äusseren Partien der alten Richtungsmesenterien gebildet ist. Ausser diesen zwei Richtungsmesenterienpaaren ein drittes solches vorhanden, das in einer den Hauptpartien des alten Paares etwa gegenüber liegenden Neubildungszone sich befindet. Neubildungszone aus 5 vollständigen zu der Richtungsebene gleich orientierten Mesenterien bestehend, an der Seite, wo die asymmetrisch liegenden Richtungsmesenterien stehen, sind 2, an der entgegengesetzten 3 entstanden. Neubildung der letzten Mesenterien also nach dem *bilateralen* Entwicklungstypus. *3 Schlundrinnen.* (Fig. 25, Taf. 2).

C. Stückchen, die von Anfang 8 Mesenterien, ein Richtungsmesenterienpaar und an jeder Seite davon 3 Mesenterien enthielten.

6 a) 1 Stückchen. 24 Tage (12. VII—5. VIII). Von den alten Mesenterien ist nur das alte Richtungsmesenterienpaar, dessen äussere Partien fortwährend ein Richtungsmesenterienpaar bilden, vollständig, die übrigen sind fast verschwunden. Neubildungen wie in 2 a—a_2, a_4 (p. 24) also nach dem *biradialen* Entwicklungstypus.

16) 1 Stückchen. 24 Tage (14. VII—7. VIII). In jedem alten Richtungsmesenterium ist ein neues Schlundrohr entwickelt. Die äusseren und inneren Partien jedes Mesenteriums bilden zusammen ein neues Paar.

Die neuen Richtungsebenen stehen also senkrecht zu der ursprünglichen Richtungsebene. In jedem Schlundrohr eine distinkte Schlundrinne in Verbindung mit den Richtungsmesenterien. Zwei Neubildungszonen, jede einem Schlundrohr gehörend, in den neuen Richtungsebenen. Sie bestehen jederseits aus drei Mesenterien, die trotzdem, dass sie vollständig sind, nur in den distalsten Partien des Körpers auftreten. Ihre Muskulatur ist so schwach, dass eine Orientierung nicht möglich war. *Doppelbildung.*

7 a.) 2 Stückchen. 23 Tage (13. VII—5. VIII).

a_1) Alte Mesenterien in dem Boden deutlich. Richtungsmesenterien und Schlundröhre wie in 16. Zwei deutlich distinkte Mundöffningen. Richtungstentakel sehr gross. Keine Neubildungszone. — *Doppelbildung.*

a_2) Ein Schlundrohr in der distalen Körperpartie, in der proximalen Andeutung zu zwei. Keine Neubildungszone der Mesenterien. *Ansatz zu Doppelbildung.*

5 a) 6 Stückchen, 24 Tage (12. VII—5. VIII).

a_1) Altes Richtungsmesenterienpaar gekrümmt, die äusseren Partien zu einem Richtungspaar, die inneren zu einem anderen entwickelt. Schlundrohr hauptsächlich in dem einen alten Richtungsmesenterium liegend. Übrige alte Mesenterien reduziert. Zwei schwache aber vollständige neue Mesenterien in dem distalsten Teil.

a_2) Das alte Richtungsmesenterienpaar hat wie in a_1 zwei Richtungspaare gebildet. Übrige alte Mesenterien kräftig, aber nicht vollständig. *Keine Neubildungszone.*

a_3—a_4) Von den alten Mesenterien sind nur die äusseren Teilen des Richtungsmesenterienpaares zu einem vollständigen Richtungspaar entwickelt. Die inneren Partien des alten Richtungsmesenterienpaares sind reduziert und bei a_3 gekrümmt. Übrige alte Mesenterien in dem Boden vorhanden, in dem distalen Teil ganz verschwunden mit Ausnahme von einem. Neubildung nach dem *bilateralen* Typus. Dem alten Richtungsmesenterienpaar gegenüber ein neugebildetes Richtungsmesenterienpaar, dann an jeder Seite ein vollständiges, ein unvollständiges, ein vollständiges und schliesslich ein unvollständiges Mesenterium. Alle die vollständigen gleich orientiert.

a_5—a_6) Äussere Partie des alten Richtungsmesenterienpaares zu einem Richtungspaar angepasst, vollständig. Übrige alte Mesenterien nur am Boden vorhanden. Neubildung nach dem *biradialen* Typus. Neue Mesenterien wie in 2 a. a_3.

D. Stückchen, die von Anfang zwei Mesenterienpaare, unter denen ein Richtungsmesenterienpaar, enthielten.

20. 4 Stückchen. 23 Tage (21. VII—13. VIII).

a_1) Die alten Richtungsmesenterien wie in 2 b a_1) zu zwei Richtungspaaren entwickelt. Die neue Richtungsebene fällt mit dem alten zusammen. Zwei distinkte Schlundrinnen. Keine Neubildungszone (Fig. 26, Taf. 2).

a_2) Wie das vorige. Ausserdem zwei schmale, neue vollständige Mesenterien.

a_3) Jedes altes Richtungsmesenterium ist zu einem Paar umgewandelt und mit einem Schlundrohr verbunden. Vier vollständige Mesenterien, ein Richtungsmesenterienpaar und ein gewöhnliches Paar — das letztere möglicherweise das alte zweite Mesenterienpaar — verbinden das eine Schlundrohr mit der Körperwand. In der zweiten Schlundrohrregion sind mehrere neugebildete Mesenterien vorhanden: Von dem einen alten Richtungsmesenterium gerechnet ein neues Richtungsmesenterienpaar, dann ein vollständiges Mesenterium, zwei kleine unvollständige und wieder ein vollständiges. Die zwei letzteren vollständigen Mesenterien kehren ihre Längsmuskeln gegen einander. Mesenterienanlage an der einen Seite der neuen Richtungsebene also *biradial.* Zwei Schlundrinnen in der mit Neubildung versehenen Hälfte, in der anderen nur eine. *Doppelbildung* mit *asymmetrisch liegender Neubildung* in der einen Hälfte (Fig. 27, Taf. 2).

a_4) *Doppelbildung* wie in 16 (p. 24).

E. Stückchen, die von Anfang 8 Mesenterien, ein Richtungsmesenterienpaar und an der einen Seite davon 3 Mesenterienpaare, enthielten.

3) 4 Stückchen. 20 Tage (15. VII—5. VIII). Mit den Richtungsmesenterienpaaren sind immer Schlundrinnen verbunden.

a_1 Die alten Mesenterien in dem Boden vorhanden, in dem distalen Teil kommen nur die Richtungsmesenterien vor. Neubildungen: Dem alten Richtungspaar gegenüber eine Neubildungszone von 6 Mesenterien: in der Mitte ein Richtungsmesenterienpaar, dann an jeder Seite ein vollständiges gleich wie das nebenstehende Richtungsmesenterium orientiertes Mesenterium, dann an der einen Seite ein unvollständiges, an der anderen ein vollständiges Mesenterium.

a_2) Alte Mesenterien wie in a_1 recht schwer zu deuten. Neubildungen: Dem alten Richtungspaar gegenüber ein Richtungsmesenterienpaar; an jeder Seite dieses Paares ein vollständiges Mesenterium, dann zwei unvollständige und schliesslich ein vollständiges. Obgleich die Muskulatur der Mesenterien zu schwach ist, um die Mesenterien orientieren zu können, durften wir von der Anordnung der Mesenterien mit grössten Wahrscheinlichkeit annehmen können, dass hier die Neubildung nach dem *biradialen* Entwicklungstypus vor sich gegangen ist.

a_3) Alte Mesenterien schwer zu deuten. In der Höhe des Schlundrohrs ist nur das eine Richtungsmesenterium vollständig, das andere ist reduziert, von hier gerechnet folgen einige unvollständige Mesenterien und wieder ein vollständiges. Zwischen diesen und dem Richtungsmesenterium scheint in dem Schlundrohr jedoch eine Schlundrinne entwickelt zu sein. Neubildungen: 6 vollständige Mesenterien symmetrisch zu einer neuen Richtungsebene gruppiert und mit den Längsmuskeln gegen die alte Partie zugewandt. Zwischen dem zweiten und dem dritten Mesenterium von der Richtungsebene gerechnet ein sehr schwaches Mesenterium an jeder Seite der Neubildung. *Bilateraler* Entwicklungstypus.

a_4) Das regenerierte Stückchen erinnert sehr an 2 b. a_2 (p. 24). Alte Mesenterien mit Ausnahme der Richtungsmesenterien in den distalen Teilen verkümmert. Das alte Richtungspaar stark gekrümmt. Die äusseren Teilen des alten Paares zu einem Richtungsmesenterienpaar differenziert, kräftig; an den inneren gekrümmten Resten des alten Paares ist ein neues asymmetrisch liegendes Richtungsmesenterienpaar entwickelt, Neubildungszone symmetrisch den äusseren Partien des alten Richtungspaares gegenüber liegend, aus denselben vollständigen Mesenterien wie in a_3 bestehend. *Bilateraler* Entwicklungstypus. *3 Schlundrinnen* und *3 Richtungsmesenterienpaare*, von denen das eine asymmetrisch. (Fig. 30, Taf. 2).

Die hier untersuchten kleinen Lacerationsstückchen, die von Anfang Richtungsmesenterien enthielten, entwickelten sich also in der Hauptsache nach demselben Regenerationsmodus wie kleine Stückchen, die von Anfang ohne Richtungsmesenterien waren d. h. sie bildeten in mehr als zwei Dritteln der untersuchten Fällen eine Neubildungszone (oder zwei) der Mesenterien aus. Andrerseits ähnelte die Entwicklung gewisser Stückchen derjeningen der grösseren Stückchen, indem sie Doppeltiere bildeten (in 5 Fällen 16, 7 a a_1, 7 a a_2, 20 a_3, 20 a_4) wahrscheinlich infolgedessen, dass der Richtungstentakel in Grösse den übrigen Tentakeln vorauseilte, wodurch die Kontinuität des Stückchens unterbrochen wurde. Wie bei den kleinen Stückchen ohne Richtungsmesenterien kamen auch hier Stückchen (2 b a_1, 7 a_1 7 a_2, 5 a a_2, 20 a_1) vor, die keine Neubildungszone entwickelten, bei einigen (5 a a_1, 20 a_2) war die Neubildungszone sehr schwach, so dass eine Orientierung der Mesenterien nicht möglich war. Bei allen diesen bildeten die äusseren Teile der alten Richtungsmesenterien ein neues Richtungspaar, die inneren Teile ein anderes solches. Die alte Richtungsebene fiel in diesen Fällen mit der neuen zusammen. Bei zwei Stückchen (2 b a_2 und 3 a_4) gingen auch die alten Richtungsmesenterien in ähnlicher Weise in zwei neue auf, aber hier war die alte Richtungsebene stark gegen die eine Seite gekrümmt, ausserdem war eine Neubildungszone mit einem Richtungsmesenterienpaar angelegt, wodurch diese Stückchen drei Richtungsmesenterienpaare bekamen. Zwei Stückchen (16, 20 a_4), die sich zu Doppelbildungen entwickelt hatten, brauchten auch nach der Regeneration die alten Mesenterien in ihrer ganzen Länge als Richtungsmesenterien, aber

jedes altes Richtungsmesenterium bildete hier ein neues Paar, wodurch die neue Richtungsebene senkrecht zu der alten zu liegen kam. Mit jedem der neuen Schlundröhre hatte sich eine Neubildungszone von drei wahrscheinlich bilateral angeordneten Paaren vereinigt.

Was der Anlegungsmodus der Mesenterien in der Neubildung anbelangt, so hatten 7 Fragmente (2 a a_1, 5 a a_4, 5 a a_5, 3 a_3, 3 a_4 und wahrscheinlich auch 16 und 20 a_4) die Mesenterien nach dem bilateralen Typus mit drei vollständigen Paaren angelegt, während ebenso viele (2 a a_2, 2 a a_3, 2 a a_4, 6 a, 5 a a_5, 5 a a_6 und 3 a_2) dem biradialen Typus gefolgt hatten. An einem Stückchen 20 a_3 waren die Mesenterien an der einen Seite der Richtungsebene biradial angeordnet, während in zwei Stückchen (2 b a_2, 3 a_1) die eine Seite mit zwei, die andere mit drei gleich orientierten Mesenterienpaaren versehen waren.

8. Metridium dianthus. Versuche mit künstlicher Laceration. Regeneration kleiner Stückchen, die von Anfang keine Richtungsmesenterien enthielten.

In meiner Abhandlung über die Korrelationen zwischen der Regeneration und der Symmetrie habe ich ausgesprochen, dass die Regeneration kleiner Lacerationsstückchen bei Metridium dianthus sich aller Wahrscheinlichkeit nach wie bei den Stückchen von Sagartia viduata verläuft, was die Untersuchung einiger freiwillig abgeschnürten Lacerationsstückchen andeutete. Später hat HAHN (l. c.) an Metridium marginatum diese Vermutung völlig bestätigt. Weil ich infolge des verhältnismässig grossen Alters der von mir untersuchten Stückchen die Neubildungszone nicht genau unterscheiden konnte und HAHN auch keine Rücksicht auf den Typus, nach dem die Mesenterien in der Neubildung sich entwickeln, genommen hat, teile ich hier die Resultate meiner Untersuchungen an kleine künstliche Lacerationsstückchen mit. Weil Metridium in Gegensatz zu Sagartia viduata Lacerationsstückchen freiwillig abschnürt, lag es nämlich nahe zu vermuten, dass einerseits die neuen Mesenterien in der Hauptsache sich wie bei Aiptasia anlegen, dass andrerseits gewisse Differenze in der Mesenterienentwicklung, welche durch die bei Aiptasia vor der Ablösung der Lacerationsstückchen vor sich gegangene Destruktion der Mesenterien bedingt werden, vorhanden sein sollten.

Weil es viel leichter ist bei Metridium als bei Sagartia die alten Mesenterien von den neuen zu unterscheiden und die Mesenterienanordnung in den alten Stückchen, nach dem Verhältnis bei Sagartia zu beurteilen, für die Regeneration von weniger Bedeutung ist, sind die alten Mesenterien vor der Regeneration weder gerechnet noch zu ihrer Gruppierung näher bestimmt. Es ist übrigens recht schwierig bei Metridium die Gruppierung der alten Mesenterien in den kleinen Stückchen festzustellen, weil die Mesenterien bei dieser Form so zahlreich sind und so unregelmässig angeordnet sind.

Was die äussere Umbildung der Stückchen anbelangt, so weicht sie wenig von der bei Sagartia ab. Jedoch ist der Unterschied zwischen den in der Körperwandregion entstehenden Tentakeln und denen in der Neubildung nicht so viel in die Augen fallend, was wohl damit zusammenhängt, dass bei Metridium die Tentakel kurz sind.

6. c. 23 Tage (13. VII—5. VIII) 7 Stückchen. In allen Stückchen sind nur eine Schlundrinne und ein Richtungsmesenterienpaar entwickelt.

a_1—a_4. Die Mesenterien in der Neubildung haben sich an *beiden* Seiten nach dem *biradialen* Entwicklungstypus angeordnet (vergl. Fig. 32, Taf. 3), obgleich kein zweites Richtungsmesenterienpaar infolge dem Fortbestand der alten Mesenterien enstanden ist. Von den alten Mesenterien sind bei zwei Exemplaren keine vollständig, bei zwei anderen ist ein einziges Mesenterium mit dem neuen Schlundrohr verbunden. Drei Exemplare verhalten sich in Betreff der Neubildung wie die in Fig. 32 abgebildeten Mesenterien; an dem vierten (Fig. 31, Taf. 2) war an der einen Seite (rechts) das in gewöhnlichem Fall vollständige, der alten Zone angrenzende Mesenterium sehr schwach, während die neben ihm liegenden neuen Mesenterien kräftig und in dem distalsten Körperteil vollständig sind. Ein unvollständiger, zweiter Cyclus der Mesenterien ist in zwei Fällen vorhanden.

a_5—a_6. Die neugebildeten Mesenterien sind an der *einen* Seite nach dem *biradialen* Entwicklungstypus gruppiert, an der anderen nach dem *bilateralen* mit nur *zwei vollständigen* und einem unvollständigen Mesenterium. An dem einen Exemplar war in dem biradial entstandenen Teil das Mesenterium, das an die alten Mesenterien grenzt, sehr schwach. In beiden Stückchen war nur ein altes Mesenterium vollständig.

a_7) Die neugebildeten Mesenterien sind an der einen Seite *biradial* angeordnet, an der anderen folgen, von der Richtungsebene gerechnet, zwei vollständige, gleich orientierte Mesenterien, dann zwei unvollständige. Zwei alte Mesenterien vollständig.

23. 15 Tage (29. VII—13. VIII) 9 Stückchen untersucht, die alle nur ein Richtungsmesenterienpaar und nur eine Schlundrinne neugebildet haben.

a_1—a_4) Neubildung der Mesenterien nach dem *biradialen* Entwicklungstypus jedoch ohne das zweite Richtungsmesenterienpaar. In zwei Stückchen war die Anordnung der neuen Mesenterien wie in der Fig. 32, Taf. 3, in zwei anderen war ein Mesenterium, das an die alte Partie grenzt, schwach und unvollständig. Bei einem Individuum waren alle alte Mesenterien mit dem Schlundrohr vereinigt.

a_5—a_6 ganz wie 6 c a_5, a_6 nur sind bei einem Stückchen keine alte Mesenterien vollständig.

a_7—a_9. Neubildungszone bilateral, jedoch mit nur vier vollständigen Mesenterien. In zwei Stückchen war an jeder Seite neben der alten Partie ein schwaches Mesenterium vorhanden, bei einem dritten, dem dies Mesenterium fehlt, fanden sich zwei schwache Paare eines zweiten Cyclus. Ein Exemplar war mit einem alten vollständigen Mesenterium versehen, ein anderer hatte keine, und ein dritter zwei solche.

Fassen wir die Resultate der Untersuchungen über die Regeneration der erwähnten 16 kleinen Stückchen, die von Anfang ohne Richtungsmesenterien waren, zusammen, so finden wir, dass die Neubildungszone niemals mehr als ein Richtungsmesenterienpaar und eine Schlundrinne enthielt, was damit zusammenhängt, dass die neue Richtungsebene hier wie in der Regel bei Sagartia in der Fortsetzung der alten Mittelebene lag. Die neuen Mesenterien hatten sich in keinem Fall nach dem bei den Actinienlarven vorkommenden bilateralen Entwicklungstypus angelegt, d. h. es fanden sich niemals an jeder Seite der Richtungsebene drei vollständige, gleich orientierte Mesenterien, in Gegenteil alle Exemplare mit Ausnahme von drei (23 a_7—a_9) hatten wenigstens an der einen Seite der neuen Richtungsebene die Mesenterien *biradial* angelegt, obgleich infolge dem Fortbestand der alten Mesenterien die zweite Neubildungszone keine Richtungsmesenterien enthielt. So waren in 8 oder wahrscheinlich 9 Fällen die Mesenterien in der Neubildung an beiden Seiten der Richtungsebene biradial

gruppiert, während in vier Fällen ($6\,a_5$—a_6; $23\,a_5$—a_6) die Entwicklung der Mesenterien einem gemischten Typus gefolgt ist, indem an der einen Seite die Mesenterien biradial, an der anderen bilateral mit nur zwei vollständigen Mesenterienpaaren angeordnet waren. Drei Stückchen ($23\,a_1$—a_3) waren mit einer Neubildungszone von 2 bilateral angeordneten Mesenterienpaaren versehen. Möglicherweise ist dies bilaterale Stadium eine Vorstufe zu dem biradialen, denn in mehreren Fällen sahen wir ein Mesenterium der zweiten unvollständigen Neubildungszone, das an die alte Partie grenzt, schwach entwickelt, was darauf deutet, dass es später als die vollständigen Mesenterien, die in der das Richtungsmesenterienpaar enthaltenden Zone liegen, entwickelt wird. In keinem Fall scheint das erwähnte bilaterale, mit vier vollständigen Mesenterien versehene Stadium zu dem mit drei Paaren gleich orientierter, vollständiger Mesenterien sich ausbilden zu können, weil das fehlende dritte vollständige Paar von allen Mesenterien in der Neubildung zuerst angelegt wird. Wahrscheinlich ist es übrigens, dass das bilaterale Stadium mit vier vollständigen Mesenterien in gewissen Fällen keine Vorstufe ist, sondern einen besonderen Typus repräsentiert. Ich schliesse dies daraus, dass bei Sagartia viduata es sich so verhält (vergl. meine Arbeit 1904 p. 40, 43).

Was die alten Mesenterien anbelangt, waren am höchsten zwei mit dem Schlundrohr vereinigt.

9. Metridium dianthus. Ergänzende Untersuchungen über die natürliche Laceration. Die abgeschnürten Stückchen enthielten von Anfang keine Richtungsmesenterien.

In meiner vorigen Abhandlung habe ich über einige natürliche Lacerationsstückchen mitgeteilt, jedoch ohne die Mesenterienentwicklung zu berücksichtigen. Weil es von Interesse ist, die natürlichen Lacerationsstückchen mit den künstlichen zu vergleichen, habe ich hier nähere Aufmerksamkeit auf dies Verhalten gerichtet. Die Muskulatur der Mesenterien wie auch die Mesenterien selbst waren indessen auch in der Neubildung sehr kräftig, warum es sich schwer fällt, die alte und die neue Mesenterienpartie von einander zu unterscheiden. In allem habe ich nur vier Stückchen untersucht.

a_1—a_2. Nur eine Schlundrinne und ein Richtungsmesenterienpaar entwickelt.

a_1. Zwei Paare alter Mesenterien vollständig, ausserdem einige unvollständige auch in dem distalen Teil des Stückchens vorhanden. Neubildung: An der einen Seite der Richtungsebene sind die Mesenterien *biradial*, an der anderen *bilateral* mit nur zwei vollständigen Mesenterien angeordnet. Ein Cyklus aus fünf Mesenterienpaare zweiter Ordnung vorhanden.

a_2) Alte Mesenterien wie in a_1, ausserdem ein unpaariges, vollständiges Mesenterium. Neubildung: An der einen Seite der Richtungsebene liegt ein Richtungsmesenterienpaar und zwei vollständige Paare. Weil in jedem der letzteren das Mesenterium, das der alten Partie am nächsten liegt, schwächer als sein Partner ist, scheint es wahrscheinlich, dass hier die Mesenterien sich *bilateral* wie in der Ontogenie angelegt haben. An der anderen Seite scheint die Entwicklung *biradial* zu sein, jedoch ist das in gewöhnlichem Fall vollständige Mesenterium, das an die alte Partie grenzt, schwach und unvollständig. Ein Cyklus der Mesenterien zweiter Ordnung vorhanden.

a_3) Alte Mesenterien wie in a_2. Neubildung an der einen Seite wie in a_2 bilateral, an der anderen deutlich biradial. Fünf schwache Mesenterienpaare eines zweiten Cyklus vorhanden.

a_4) Zwei vollständige Mesenterienpaare und einige unvollständige in dem distalen Teil der alten Zone vorhanden. Neubildung der Mesenterien biradial jedoch mit nur einem Richtungsmesenterienpaar. Fig. 33, Taf. 3. In dem oralsten Teil des Körpers findet sich nur ein Schlundrohr (Fig. 34, Taf. 3), mehr aboralwärts teilt sich das Schlundrohr an jeder Seite der Richtungsebene in zwei auf, die durch schwache, kurze, mesenterienähnliche Bildungen mit einander verbunden sind; jedes Richtungsmesenterium ist mit einer Schlundrinne versehen. An jeder Seite des Richtungspaares ein Paar schwache Mesenterien zweiter Ordnung.

Die Regeneration der natürlichen Lacerationsstückchen von Metridium dianthus scheint also in der Hauptsache mit derjenigen der künstlichen Lacerationsstückchen übereinzustimmen. Zwar sind hier infolge der grösseren Regenerationskraft der natürlichen Lacerationsstückchen eine grössere Zahl neugebildeter Mesenterien vollständig als in den künstlichen, wodurch es viel schwieriger ist den Entwicklungstypus der Mesenterien festzustellen, jedoch hat die weichere Beschaffenheit der am letzten angelegten Mesenterien die Orientierung der Mesenterien in der Neubildung ermöglicht. Von den vier Stückchen hatte eines die neugebildeten Mesenterien biradial angeordnet, bei zwei anderen waren diese nur an der einen Seite biradial, an der anderen bilateral mit drei bilateral angeordneten, vollständigen Mesenterien, bei einem vierten schliesslich waren sie an der einen Seite der Richtungsebene biradial, an der anderen bilateral mit zwei vollständigen Mesenterien. In keinem einzigen Fall war ein zweites Richtungsmesenterienpaar entwickelt, auch fiel die Mittelebene der Stückchen und die Richtungsebene annähernd mit einander zusammen.

Weil die Stückchen recht zahlreiche, alte Mesenterien von Anfang enthielten, sind mehrere alte Mesenterien als in den künstlichen Lacerationsstückchen vollständig. Bemerkenswert ist die Aufteilung des Schlundrohrs in dem mit a_4 bezeichneten Stückchen. Es scheint nämlich, als ob in dem aboralen Teil eine Spaltung des Schlundrohrs stattgefunden hatte. Eine solche eigentümliche Spaltung ist auch in dem an Figur 10 Taf. 1 abgebildeten, im Freien gefundenen Doppeltier angetroffen. Das eine und zwar das kleinere Köpfchen war mit einer Schlundrinne und einem Richtungsmesenterienpaar versehen (Fig. 49, Taf. 4 links), das andere grössere hatte auch nur ein Richtungspaar, dagegen drei Mundöffnungen, drei Schlundröhre und drei Schlundrinnen (Fig. 49, Taf. 4 rechts, Fig. 48, Taf. 4). Das kleinste Schlundrohr lag zwischen den beiden anderen und war durch zwei Mesenterien, die wahrscheinlich eine Fortsetzung der Richtungsmesenterien darstellten, mit den übrigen zwei Schlundröhren verbunden. Mit jedem dieser äusseren Schlundröhre war ein einziges Richtungsmesenterium vereinigt.

10. Metridium. Versuche mit künstlicher Laceration. Grosses Stückchen, das ursprünglich ein Richtungsmesenterienpaar enthielt.

6 c) 1 Stückchen. 23 Tage (13. VII—5. VIII). Das Stückchen hatte von Anfang 11 Paare Mesenterien mit dem Richtungsmesenterienpaar in der Mitte des Stückchens. In der Höhe des neuen Schlundrohrs sind 14 alte Mesenterien vorhanden, von denen nur das Richtungsmesenterienpaar vollständig ist. Neubildungen: 1 Rich-

tungsmesenterienpaar in Verbindung mit einer Schlundrinne gegenüber dem alten Richtungsmesenterienpaar. An der einen Seite der neuen Richtungsebene ein Richtungsmesenterium, dann zwei kleine, schwache Mesenterienanlage, ein wie das Richtungsmesenterium orientiertes, vollständiges Mesenterium und schliesslich ein sehr schwaches Mesenterium, an der anderen Seite dieselben Mesenterien, ausserdem ein schwaches und ein vollständiges Mesenterium, die neben der alten Mesenterienpartie liegen und ihre Längsmuskeln gegen die neuen Richtungsmesenterien kehren. (Fig. 35, Taf. 3). Die Mesenterien an der einen Seite der Richtungsebene haben sich also *biradial* angelegt.

Obgleich ein genauer Vergleich zwischen Sagartia und Metridium in Betreff der Regeneration der Richtungsmesenterien enthaltenden Stückchen hier nicht möglich ist, weil nur ein einziges solches Fragment von Metridium untersucht ist, ist es bemerkenswert, dass dies eine Neubildungszone entwickelt hat in Ähnlichkeit mit den kleinen, ein Richtungsmesenterienpaar enthaltenden Stückchen von Sagartia. Von der Regeneration der in diesem und in vorigem Abschnitt behandelten Stückchen, durfte man jedoch schliessen können, dass bei Metridium die Stückchen, die eine Neubildungszone entwickeln, eine grössere Zahl alter Mesenterien enthalten können als bei Sagartia, ein Verhältnis, das wahrscheinlich damit zusammenhängt, dass bei Metridium die Mesenterienzahl mehrmals die bei Sagartia übertrifft.

Was die Regeneration der grösseren Lacerationsstückchen bei Metridium dianthus anbelangt, so habe ich sie nicht näher studiert, obgleich es von Interesse wäre zu konstatieren, ob die grossen, mit Richtungsmesenterien versehenen Stückchen wie bei Sagartia regenerieren, d. h. in vielen Fällen Doppeltiere entwickeln oder ob sie nicht fastmehr in der Regel hier Einzeltiere ausbilden, weil die Tentakel kleiner und an der Basis nicht so breit sind als bei Sagartia und der über den alten Richtungsfach entstandene Tentakel also wahrscheinlich nicht die ganze Breite des distalen Teils der Regenerationszone ausfüllt. Die Untersuchung der Lacerationsstückchen bei Metridium beabsichtigte nämlich teils und hauptsächlich meine vorher 1896 und 1904 ausgesprochene Erklärung der Dimorfism endgültig festzustellen, teils den Typus für die Mesenterienentstehung in der Neubildung zu erforschen. Was die erste Frage betrifft, so haben wir in Ähnlichkeit mit HAHN bei Metridium marginatum gefunden, dass die *monoglyphische* Form aus Lacerationsstückchen *ohne Richtungsmesenterien* entsteht, was die zweite Frage anbelangt, so zeigen die Versuche, dass die neuen Mesenterien in der Regel nach dem *biradialen* Typus sich anlegen, obgleich, infolge dass ein Teil der alten Mesenterien in den Stückchen fortbleibt und die neue Richtungsebene in der Fortsetzung der Mittelebene entsteht, das *zweite* Richtungsmesenterienpaar sich nicht entwickeln kann.

11. Ueber die Neubildung der Mesenterien in den Fussscheiben-Stückchen.

a. bei Metridium dianthus.

Wir haben vorher die Neubildung der Mesenterien nur in solchen Stückchen behandelt, die gleichzeitig einen Teil der Fussscheibe und der Körperwand enthielten. Wie wir oben p. 6 erwähnt haben, können jedoch solche Fragmente, die allein eine

Fussscheibenpartie umfassten, sich auch zu kleinen Actinien entwickeln und Mesenterien neubilden, während die Körperwandstückchen dagegen nur Tentakel auszubilden vermögen.

Die Fussscheibenfragmente wurden in folgender Weise ausgeschnitten. Nachdem ein Metridium-Individuum sich stark an eine Glasplatte angehaftet hatte, wurde mit einer Schere der Körper dicht oberhalb der Fussscheibe abgeschnitten, wonach losgerissene Acontien und Filamente aus den Mesenterien weggenommen wurden. Dann wurden mit einem Skalpelle meistens viereckige oder dreieckige Stückchen von der Fussscheibe so abgetrennt, dass die Stückchen an der Unterlage sitzen blieben, während die umgebenden Teile der Fussscheibe weggeschabt wurden.

Die ausgeschnittenen Fragmente machten sich indessen bald wenigstens in der Peripherie von der Unterlage los, die Schnittränder näherten sich entodermwärts einander, bis die Fragmente schliesslich eine mehr oder weniger regelmässige Kugelform annahmen. In diesem Zustand verharrten sie verschiedene Tage, dann begann die Körperform sie zu verändern, indem sie sich in der Länge streckten und Tentakel in der Spitze ausbildeten. In mehreren Fällen schoss aus dem nicht festsitzenden, kugelförmigen Stückchen eine röhrformige Bildung, die neue Körperwand, aus, in derer Spitze die Tentakel angelegt wurden.

Weil es zu warten war, dass in den Fussscheibenstückchen die Neuanlegung der Mesenterien anders verläuft. wenn den Fragmenten von Anfang Mesenterien fehlen als wenn die alten Fragmente solche besitzen, sind Fussscheibenstückchen sowohl ohne Mesenterien als mit solchen ausgeschnitten. Die ersteren sind jedoch sehr schwer zu bekommen, weil Metridium so zahlreiche, dicht liegende und dicke Mesenterien hat. Auch gingen diese Stückchen ohne Mesenterien- und Tentakelbildung zu Grunde. Alle Fussscheibenstückchen bedurften viel längere Zeit um die Tentakel zu bekommen als die Lacerationsstückchen, weil u. A. deutlicherweise die letzteren präformirte Tentakelanlagen besassen, die den ersteren fehlten.

α) Stückchen, die von Anfang keine Mesenterien enthielten.

1) 7 Stückchen.* 25 Tage — 1 Ex. (5. VII—31. VII). Die Fragmente bildeten bald Kugeln, die jedoch allmählich starben. 9. VII. nur 5 Stückchen übrig, die noch nicht bewimpert sind. 15. VII die neuen Partien der Körperwand bewimpert. 17. VII nur 4 und 21. VII nur 3 Exemplare übrig. 26. VII alle, eines ausgenommen, gestorben. Kein einziges Stückchen hatte Tentakel und Mesenterien neuangelegt.

β) Stückchen, die von Anfang Mesenterienteile besassen.

1) 3 langgestreckte Stückchen. 25 Tage (6. VII—31. VII). Nach 6 Tagen waren die neuen Körperpartien bewimpert, während die alten Ektodermpartien der Fussscheibe wimperlos waren. 31. VII begannen in einem Stückchen mehrere Tentakel hervorzusprossen, die übrigen Fragmente sind in der Länge gestreckt. Ein Exemplar a_1 quergeschnitten: In dem Boden des Körpers waren Reste zahlreicher alter Mesenterien vorhanden, von denen ein Paar sich verlängert und mit dem neugebildeten Schlundrohr sich verbunden hat. Neugebildete Mesenterien sind: ein Richtungsmesenterienpaar, das dem alten, vollständigen Paar gegenüber steht, an jeder Seite von diesem zwei vollständige Paare, ausserdem 6 Paare symmetrisch liegender Mesenterien einer zweiten Ordnung (II) und einige einer dritten (III). Bemerkenswert ist, dass in den zwei vollständigen Paaren, die an die alte Zone grenzen, die Mesenterien, die den alten Mesenterien am nächsten liegen, stärker als ihre Partner sind, was darauf deutet, dass hier *zwei Regenerationszonen* angelegt sind, d. h. dass die Entwicklung biradial

gewesen ist, von denen jedoch die eine infolge des Vorhandenseins des alten Mesenterienpaares *kein* Richtungsmesenterienpaar hat entwickeln können (Fig. 36, 37, Taf. 3).

2) 20 Stückchen. 35 Tage (23. VII—27. VIII). 6 Stückchen mit Tentakeln geschnitten, die übrigen bei der Fixierung ohne Tentakel.

a_1) Stückchen mit röhrenförmigem Auswuchs. 6 alte Mesenterien, von denen nur zwei ein wenig mehr oralwärts ausgebreitet sind als die übrigen. Keine alten Mesenterien mit dem Schlundrohr vereinigt. Vier vollständige, gleich orientierte Mesenterien: ein Richtungsmesenterienpaar, den alten Mesenterien gegenüber, und ein unpaariges Mesenterium an jeder Seite von diesem. Eine Schlundrinne.

a_2) sehr unregelmässig, infolge dass eine grosse alte Mesenterienpartie sich weit nach oben in dem Zentrum des Bechers ausbreitet. Keines der ursprünglichen, wenigen Mesenterien inseriert sich an das Schlundrohr. So weit ich recht gesehen habe, liegt ein Richtungsmesenterienpaar etwa den alten Mesenterien gegenüber, dann folgen an der einen Seite zwei vollständige Mesenterien mit den Richtungsmesenterien abgewandten Längsmuskeln, an der anderen Seite sind auch zwei gleich entwickelte und orientierte Mesenterien vorhanden, aber zwischen diesen findet sich eine Gruppe von vier nicht vollständigen Mesenterien, die zwei und zwei gegen die angrenzenden Mesenterien zugewandte Längsmuskeln tragen. Vielleicht repräsentieren diese vier Mesenterien eine zweite Regenerationszone. Auch in der Richtungsmesenterienpartie liegt die Anordnung der Mesenterien nicht klar.

a_3) 6 alte Mesenterien, die nicht mit dem Schlundrohr vereinigt sind, ein Mesenterium hat jedoch Flimmerstreifen entwickelt. Neubildungen: den stärksten alten Mesenterien gegenüber ein vollständiges Richtungsmesenterienpaar, jederseits davon ein vollständiges, unpaariges Mesenterium mit den Längsmuskeln wie die Richtungsmesenterien orientiert, dann zwei schwache, unvollständige Mesenterien. Oberhalb zweier seitlichen alten Mesenterien ein bogenförmiges, von der Körperwand zur Körperwand gehendes Mesenterium. Wenn dies sich an das Schlundrohr inseriert, teilt es sich in zwei Mesenterien auf, die zusammen ein gewöhnliches Paar bilden. Je näher dieses Paar dem Mund rückt, desto symmetrischer wird seine Lage, so dass es in den oralen Teilen des Schlundrohres dem Richtungsmesenterienpaar gegenüber liegt. In den oralsten Teilen tritt in dem Endocoel dieses Paares ein bogenförmiges Mesenterium auf, das sich in zwei Mesenterien teilt, die zusammen wahrscheinlich ein Paar bilden.

a_4) (Fig. 38, 39, Taf. 3, Fig. 40, 41, Taf. 4.) 5 alte Mesenterien, die hauptsächlich nur in den alleruntersten Teilen des Körpers noch vorhanden sind, nach oben dagegen verschwinden; in dem aboralsten Teil des Schlundrohres ist jedoch ein einziges altes Mesenterium wieder entwickelt und mit dem Schlundrohr vereinigt. Neugebildete Mesenterien: ein Richtungsmesenterienpaar dem alten Mesenterium gegenüber. Von der Richtungsebene gerechnet liegt an jeder Seite ein Richtungsmesenterium, zwei kleine Mesenterien zweiter Ordnung, dann ein vollständiges Mesenterium, das mit dem nächstliegenden, stärkeren, aber unvollständigen Mesenterium ein Paar bildet, und zwei kleine Mesenterien zweiter Ordnung, schliesslich ein vollständiges Mesenterium und ein kleines unvollständiges. Die vollständigen Mesenterien an jeder Seite der Richtungsebene sind alle gleich orientiert. Entwicklung der Mesenterien wie in der Ontogenese *bilateral*.

a_5 (Fig. 42—45, Taf. 4.) Vier alte Mesenterien vorhanden, von denen 3 nur in den proximalsten Körperpartien, das vierte in den distalen schwach entwickelt sind. *Zwei* deutliche *Neubildungszonen*, je mit einem Schlundrohr, die in dem distalen Teil des Körpers zu einem Schlundrohr zusammenschmelzen. Die neue Richtungsebene senkrecht zu der Längsrichtung der alten Mesenterien. Zu jeder Neubildungszone gehören sechs vollständige Mesenterien, drei und drei an jeder Seite der Richtungsebene. Die Längsmuskeln aller dieser Mesenterien einer zwischen den beiden Zonen gehenden, senkrecht zu der Abplattung des Schlundrohres liegenden Ebene zugewandt. Die Entwicklung der Mesenterien wie in der Ontogenese *bilateral*. Ausser den vollständigen Mesenterien einige schwache, unvollständige vorhanden.

In fünf von den untersuchten Stückchen waren also nur eine Schlundrinne und ein Richtungsmesenterienpaar angelegt. Auch lag hier die neue Richtungsebene in der Fortsetzung der alten Mesenterienradien. In einem Fall (2 a_5) dagegen waren zwei Schlundrinnen und zwei Richtungsmesenterienpaare entwickelt, die in dem aboralen Teil der Schlundrohrregion einander abgewandt waren, die aber jedes zu einem

besonderen Schlundrohr gehörten. In der Fortsetzung der alten Mesenterienradien findet man hier keine Neubildungszone, im Gegenteil: die neue Richtungsebene lag senkrecht zu den alten Körperradien. In dem proximalen Teil der Schlundrohrregion vereinigen sich die beiden Schlundröhre zu einem, eine Regulationserscheinung, die ja nicht so selten in solchen Lacerationsstückchen, deren neue Richtungsebene senkrecht zu der alten Mittelebene stand, angetroffen wird.

Was den Entwickelungstypus der Mesenterien anbelangt, so ist er überwiegend bilateral und nur in einem Fall (1 a) biradial, aber dann jedoch ohne Neubildung des zweiten Richtungsmesenterienpaares. In einem Fragment (2 a_1) bestand die Neubildungszone aus nur zwei Paaren vollständiger Mesenterien, bei den übrigen hatte wenigstens die eine Seite drei bilateral gruppierte Mesenterien. Eine sehr typische bilaterale, an die Ontogenie erinnernde Entwicklung der Mesenterien zeigt das mit 2 a_4 bezeichnete Fragment, während die Anordnung der Mesenterien in der Neubildung bei 2 a_2 und a_3 unsicher ist. Besonders bemerkenswert ist das in dem mit 2 a_5 bezeichneten Stückchen nur einmal vorkommende Verhältnis, dass jedes Schlundrohr mit drei Paaren bilateral angeordneter Mesenterien versehen ist. Weil die beiden Schlundröhre oralwärts zusammenschmelzen, wird die Anordnung der 6 vollständigen Paare biradial. Wenn von diesen die unpaarigen, seitlichen Mesenterien ihre Partner bekommen, müssen nämlich hier die neugebildeten Mesenterien sich zu einer zehnstrahligen Form statt einer gewöhnlichen sechsstrahligen entwickeln.

b) bei Sagartia viduata.

Wie bei Metridium dianthus ist es sehr schwierig kleine mesenterienlose Stückchen aus der Fussscheibe auszuschneiden. Zwar ist es mir mehrmals 1907 gelungen dies zu machen, aber die Stückchen sind nach einiger Zeit zu Grunde gegangen, vielleicht auch dadurch, dass Detrituspartikelchen in den Akvarien sich stark an die Stückchen anheften. Während des Sommers 1904, wo meine Regenerationsversuche an Fussscheibenstückchen am besten verlief, habe ich aus der Fussscheibe verschiedene viereckige Stückchen in ähnlicher Weise wie bei Metridium ausgeschnitten. Unter denen befanden sich mehrere, die, soweit ich gesehen habe, keine Reste der Mesenterien enthielten. Weil ich diese Stückchen während der Regeneration nicht von der Unterlage losmachen wollte — alle Stückchen waren nämlich während der ganzen Regenerationszeit an den Glasplatten angeheftet — konnte ich später die Stückchen, die Mesenterienreste enthielten, von denen, die solche vermissten, nicht unterscheiden. Ich irre mich indessen wohl nicht viel, wenn ich einige Stückchen, die bei der näheren Untersuchung an Querschnitten keine Spur von alten Mesenterien zeigten, als Fragmente, die von Anfang an keine Mesenterienreste gehabt hatten, betrachte. Die äusseren Veränderungen der Stückchen ähnelten denen, die ich bei Metridium beschrieben habe.

a) Stückchen, die wahrscheinlich von Anfang ohne Mesenterien waren.

15. 24 Tage (14. VII.—7. VIII). Die ersten Tentakel begannen erst 15 Tage nach der Operation aufzutreten.

a_1—a_3) Keine Spur alter Mesenterien vorhanden. 3 Paare neugebildeter Mesenterien, die alle drei zu der Richtungsebene gleich orientiert waren. Entwicklung der Mesenterien also bilateral wie in der Ontogenie. Eine schwache Schlundrinne in Verbindung mit dem neuen Richtungsmesenterienpaar (Fig. 46, Taf. 4).

Wahrscheinlich gehören hierher die mit 15 a_5 und 38 a_1 bezeichneten Stückchen.

b) Stückchen, die von Anfang Mesenterienreste, unter diesen jedoch keine von Richtungsmesenterien, enthielten.

15 a_4) Ein Rudiment eines alten Mesenteriums etwa in der Fortsetzung der neuen Richtungsebene. Neubildungszone wie in a_1—a_3.

a_5) Zwei alte Mesenterien in der proximalen Körperpartie; in der Mitte des Körpers verschwinden sie, treten aber in der distalen Partie wieder auf, wo das eine Mesenterium vollständig ist. Neubildungszone wie in a_1—a_3.

a_6) Alte Mesenterien vielleicht nicht vorhanden, in jedem Fall ist es schwierig sie von den neuen Mesenterien zu unterscheiden. Soweit ich habe finden können, stimmt die Mesenterienanordnung in dem distalen Teil des Körpers genau mit der einer jungen Actinie mit 8 vollständigen Edwardsiamesenterien und vier unvollständigen Mesenterien überein (Fig. 47, Taf. 4). An der Figur sieht man nicht mehr als drei unvollständige Mesenterien. Die Ordnung, in welcher die Richtungsmesenterien entstanden sind, ist schwer festzustellen.

a_7) In dem proximalsten Teil ein schwaches, altes Mesenterium. An jeder Seite von diesem *vier bilaterale*, gleich orientierte, vollständige Mesenterienpaare, die alle dem alten Mesenterium zugewandte Längsmuskeln tragen. Das schwächste, nur in dem allerdistalsten Körperteil vorhandene Paar liegt dem alten Mesenterium gegenüber. Wahrscheinlich sind alle vier Paare Neubildungen.

a_8) Alte Mesenterien, wahrscheinlich drei, von denen ein Mesenterium stärker als die übrigen und in der oralen Partie vollständig ist. Neubildungen: Ein Richtungsmesenterienpaar, dann folgt an jeder Seite ein vollständiges Mesenterium, ein sehr schwaches unvollständiges, eines ein wenig stärkeres und schliesslich ein vollständiges Mesenterium. Soweit ich recht gesehen habe, ist die Anordnung der neuen Mesenterien *biradial*, jedoch ohne ein zweites Richtungsmesenterienpaar. Die Muskulatur der an die alte Partie grenzenden Mesenterien ist indessen so schwach, dass eine Verwechslung möglich ist.

38 Tage (9. VII.—16. VIII).

a_1) Vier Paare vollständige Mesenterienpaare wie die Edwardsiamesenterien angeordnet. Zwei deutliche Schlundrinnen.

a_2) Ein Richtungsmesenterienpaar in Verbindung mit einer Schlundrinne. An jeder Seite dieses Paares ein vollständiges, wie das angrenzende Richtungsmesenterium orientiertes Mesenterium und ein unvollständiges.

c) Stückchen, das von Anfang Richtungsmesenterienreste enthielt.

15 a_9) Zwei Paare Richtungsmesenterien und zwei Schlundrinnen. Zwischen den beiden Paaren an jeder Seite zwei vollständige Mesenterien, deren Längsmuskeln so schwach entwickelt sind, dass keine Orientierung möglich ist.

Die Regeneration der kleinen, keine Richtungsmesenterien enthaltenden Lacerationsstückchen bei Sagartia viduata entwickelten also in der Regel eine bilaterale Neubildungszone der Mesenterien. Von 11 untersuchten Fragmenten hatte nämlich nur ein einziges (15 a_8) die neugebildeten Mesenterien möglicherweise biradial angeordnet. Die Anordnung der Mesenterien der Neubildungszone war in 5 Fällen (15 a_1—a_5)

bilateral mit drei vollständigen Mesenterienpaaren, in einem Fall ($38\,a_2$) bilateral mit zwei vollständigen, gleich orientierten Paaren. Ein Stückchen ($15\,a_7$) enthielt eine Neubildungszone mit nicht weniger als vier vollständigen, bilateral gruppierten und gleich orientierten Mesenterienpaaren, während zwei Stückchen ($15\,a_6$, $38\,a_1$) die vier vollständigen Paare gleich wie die Anordnung der grossen Mesenterien bei Edwardsia angelegt hatten. In den letzteren Stückchen waren also zwei Richtungsmesenterienpaare umgebildet, während in allen übrigen Fragmenten nur ein Richtungsmesenterienpaar entwickelt war. Drei von den untersuchten Stückchen waren gewiss von Anfang ohne Richtungsmesenterien, zwei andere, die Richtungsmesenterienpaare bildeten, gehörten wahrscheinlich auch zu derselben Kategorie. Von den alten Mesenterien war nur in zwei Stückchen ein einziges Mesenterium vollständig.

Die Regeneration des einzigen Fragmentes, das von Anfang wahrscheinlich Richtungsmesenterien enthielt, ist schwer zu deuten; es scheint jedoch, von dem Zusammenhang der Mesenterien zu beurteilen, als ob die alten Richtungsmesenterien sich in zwei neue umgewandelt hätten, so dass die eine Hälfte der alten Mesenterien das eine Richtungsmesenterienpaar, die andere das zweite bildeten.

Im Vergleich mit den Lacerationsstückchen zeigen die Fussscheibenfragmente deutlich eine viel stärkere Neigung, die neugebildeten Mesenterien nach dem *bilateralen* Typus mit einem Richtungsmesenterienpaar und zwei seitlichen Mesenterienpaaren als nach dem biradialen anzulegen, ein Unterschied, der besonders bei Metridium in die Augen fällt. Von den 6 untersuchten Fussscheibenfragmenten des Metridiums war nämlich nur bei einem eine biradiale Entwicklung der Mesenterien anzutreffen, während von den 16 geschnittenen, künstlichen Lacerationsstückchen kein einziges Fragment drei bilateral angeordnete, neue, vollständige Mesenterienpaare hatte und von den 4 untersuchten natürlichen Lacerationsstückchen nur zwei Fragmente, dann aber nur an der einen Seite, eine solche Anordnung der neuen Mesenterien zeigten. Die Ursache dieser Verschiedenheit steht wahrscheinlich, wie wir später behandeln wollen, damit in Zusammenhang, dass die Differenzierung der inneren Organe, besonders die der Schlundrinne in den Fussscheibenstückchen, viel langsamer verläuft als in den Lacerationsstückchen.

Zusammenfassung und Schlussbetrachtung.

1. *Die Potenzen der verschiedenen Körperteile bei M. und S.* — Nur Stückchen, die einen Fussscheibenteil enthalten, sind totipotent. Stückchen von *S.*, die eine Partie des äusseren Teils der Mundscheibe umfassen, sind im Stande ein Schlundrohr neuzubilden. Körperwandstückchen können durch Reproduktion Tentakel entwickeln; bei *M.* entstehen Wimpern sowohl an Körperwandstückchen als an Lacerationsstückchen durch Reproduktion.

2. *Regeneration bei Querteilung von M.* — Der distale Teil eines quergeschnittenen Tieres vermag nicht eine Fussscheibe zu entwickeln, weil Fussscheibenpotenzen hier

fehlen. Dass in solchen Stückchen keine Fussscheibe sich entwickelt, hängt nicht von gewissen hemmenden Faktoren ab, wie von der Verhinderung der Wundheilung, von dem Ausbleiben der Wasseraufnahme in den Stückchen, von dem Wachstum der Actinien in basi-apicaler Richtung (gegen MOSZKOWSKI), ebensowenig von der frühzeitigen Schliessung der Wundränder. Die Heteromorphose ist bei *M.* recht selten.

3. *Regenerationserscheinungen bei seitlichen Einschnitten bei M.* — Seitliche, nicht tiefe Einschnitte in den distalen Teilen verheilen meistens; nach solchen Einschnitten, die so tief gehen, dass sie die Schlundrohrwand durchschneiden, werden Köpfchen mit Tentakeln, einer Mundöffnung und einem mit dem alten Schlundrohr zusammenhängenden Schlundrohr gebildet. Ein seitlicher Einschnitt, der nicht das Schlundrohr getroffen hat, hatte ein Köpfchen mit typischen Tentakelkränzen, einer Mundscheibe und einem Sphinkter, aber mit keinem Schlundrohr und keiner Mundöffnung angelegt.

4. *Polaritätsversuche bei S.* — Die Polarität ist hier recht fest. An Stückchen, deren Fussscheibenteil und deren Körperwandteil nur durch Mesenterien mit einander zusammenhingen, traten jedoch aber selten sowohl an der oralen, als an der aboralen Schnittfläche der Körperwand Köpfchen auf, die alle beide mit Tentakeln, Mundöffnung, Schlundrohr und Schlundrinne und einer Neubildungszone der Mesenterien versehen waren; meistens bildeten sich nur an der oralen Seite Köpfchen. Dies letzteres war auch der Fall bei einigen ähnlichen Stückchen von *M.* In verschiedenen Fällen legten sich in den Stückchen zwei Neubildungszonen an; in solchen Fällen lag die neue Richtungsebene mehr oder weniger senkrecht zu den ursprünglichen Radien der Stückchen.

5. *Die Regeneration sehr kleiner Lacerationsstückchen von S.* verlief etwa wie die Regeneration von ähnlichen Stückchen mit 8—16 Mesenterien (1904, p. 29). In einigen Fällen entstanden die Mesenterien nach dem biradialen Typus, dann lag auch die Richtungsebene senkrecht zu der Mittelebene der Stückchen; wahrscheinlich waren solche Stückchen durch Zusammenwachsen zweier Stückchen entstanden.

6. *Die Form der kleinen Lacerationsstückchen* spielt im Gegensatz zu der der grösseren eine unbedeutende Rolle, weil die Stückchen bald nach dem Abschneiden sich abrunden. Stückchen, die von der oralen Seite tief eingeschnitten waren, konnten jedoch, wenn sie die Wundränder nicht bald schlossen, Anlass zu Doppelbildungen geben.

7. *Kleine Lacerationsstückchen, die von Anfang Richtungsmesenterien enthielten,* bildeten nicht selten Doppeltiere, indem in jedem alten Richtungsmesenterium ein Schlundrohr auftrat. In einigen Fällen entstand keine Neubildungszone der Mesenterien. Meistens verhielten sich die Stückchen wie solche ohne Richtungsmesenterien und entwickelten eine Neubildungszone. Die alten Richtungsmesenterien währten zum grössten Teil fort und standen in Verbindung mit dem neuen Schlundrohr. Das alte Richtungsmesenterienpaar entweder fungierte in seinem äusseren Teil als solches, während es in dem inneren eine Destruktion erlitt, oder es ging auch in seinem inneren Teil zu einem zweiten Richtungsmesenterienpaar über, oder jedes Mesenterium des alten Richtungsmesenterienpaares ordnete sich zu einem Richtungsmesen-

terienpaar an. Im letzten Fall geht die ursprüngliche Richtungsebene nicht in die definitive über, sondern liegt senkrecht zu dieser.

8—10. *Die Regeneration kleiner, künstlicher Lacerationsstückchen ohne Richtungsmesenterien bei Metridium* verhält sich in der Hauptsache wie bei *S.* Mehrere alte Mesenterien bleiben meistens übrig, von denen gewöhnlich ein Paar sich mit dem Schlundrohr verbindet, während in den Neubildungszonen Mesenterien angelegt werden. Die Mesenterien entwickeln sich meistens biradial, obgleich infolge des Zurückbleibens alter Mesenterien das zweite Richtungsmesenterienpaar sich nicht anlegen kann; niemals entstehen die Mesenterien in der Neubildungszone nach dem bilateralen Typus mit drei Mesenterienpaaren. Die Regeneration natürlicher Lacerationsstückchen verhält sich einerlei, in einigen Fällen entwickeln sich hier wie bei *S.* in jedem neuen Richtungsmesenterium ein Schlundrohr. Die monoglyphische Form entsteht bei *M.* aus den Stückchen ohne Richtungsmesenterien, die diglyphische aus denen, die mit einem alten Richtungsmesenterienpaar versehen sind, jedoch durften auch hier wie bei *S.*, aber selten bei Veränderung der Richtungsebene, diglyphische Formen aus Stückchen ohne Richtungsmesenterien entstehen können, denn in Fussscheibenstückchen können biradiale Formen mit zwei neuen Richtungsmesenterienpaaren durch eine Umwerfung der Richtungsebene, die sonst fast immer mit den alten Radien (der Mittel-Ebene) der Stückchen zusammenfällt, entwickelt werden.

11. *Stückchen von M. und S., die nur einen Fussscheibenteil enthalten,* werden unter günstigen Verhältnissen zu neuen Tieren. Die Regeneration geht aber viel langsamer vor sich als in den Lacerationsstückchen. Die Schnittränder nähern sich nach der Operation einander und schliessen sich, so dass die Stückchen ein kugelförmiges Aussehen bekommen; von diesen schiesst oft eine röhrenförmige Bildung aus, die Tentakel, Mundöffnung u. s. w. bildet. Die Stellung der Mesenterien, der Entwicklungsmodus derselben in den Fussscheibenstückchen wie in übrigen Stückchen werden in den Abschnitten 12 und 13 behandelt, indem wir schliesslich eine nähere Übersicht des Aussehens der Neubildungszonen geben und die Korrelation der Neubildungszonen und der verschiedenen Fortpflanzungsmodi näher betrachten.

12. *Der Entwicklungsmodus der Mesenterien in den regenerierenden Stückchen.* Wie ich schon 1904 gezeigt habe, ist bei Aiptasia in Zusammenhang mit der frühzeitigen Destruktion der alten Mesenterien in den Lacerationsstückchen ein biradialer Entwicklungstypus mit zwei Neubildungszonen entstanden, während bei Sagartia die Lacerationsstückchen in der Regel die Mesenterien bilateral neubilden, obgleich auch hier in einigen Fällen die Mesenterienanordnung das Vorhandensein eines biradialen Entwicklungstypus andeutete. Die oben mitgeteilten, ergänzenden Untersuchungen über den Entwicklungsmodus der Mesenterien in den Regenerationsstückchen haben nicht nur die Kenntnis der Mesenterienanlegung in den Lacerations- und Fussscheibenstückchen bedeutend erweitert, sondern auch eine deutliche Veränderung dieses Entwicklungsmodus in Zusammenhang mit der Ausbildung einer normalen geschlechtslosen Fortpflanzungsart, der Laceration, gezeigt.

Was erstens die Entwicklungstypen der Mesenterien in den Lacerationsstückchen anbelangt, so haben die 1904 und die hier oben mitgeteilten Untersuchungen gezeigt,

dass es verschiedene Variationen derselben gibt. Wie gross die Variation auch ist, so kann man doch deutlicherweise in den Lacerationsstückchen, d. h. in solchen Stückchen, die einen Teil der Fussscheibe und einen der Körperwand umfassen (Textf. 1 b), drei verschiedene Haupttypen für die Mesenterienentstehung unterscheiden, und zwar erstens einen *bilateralen* mit *drei* primären, vollständigen, gleich orientierten

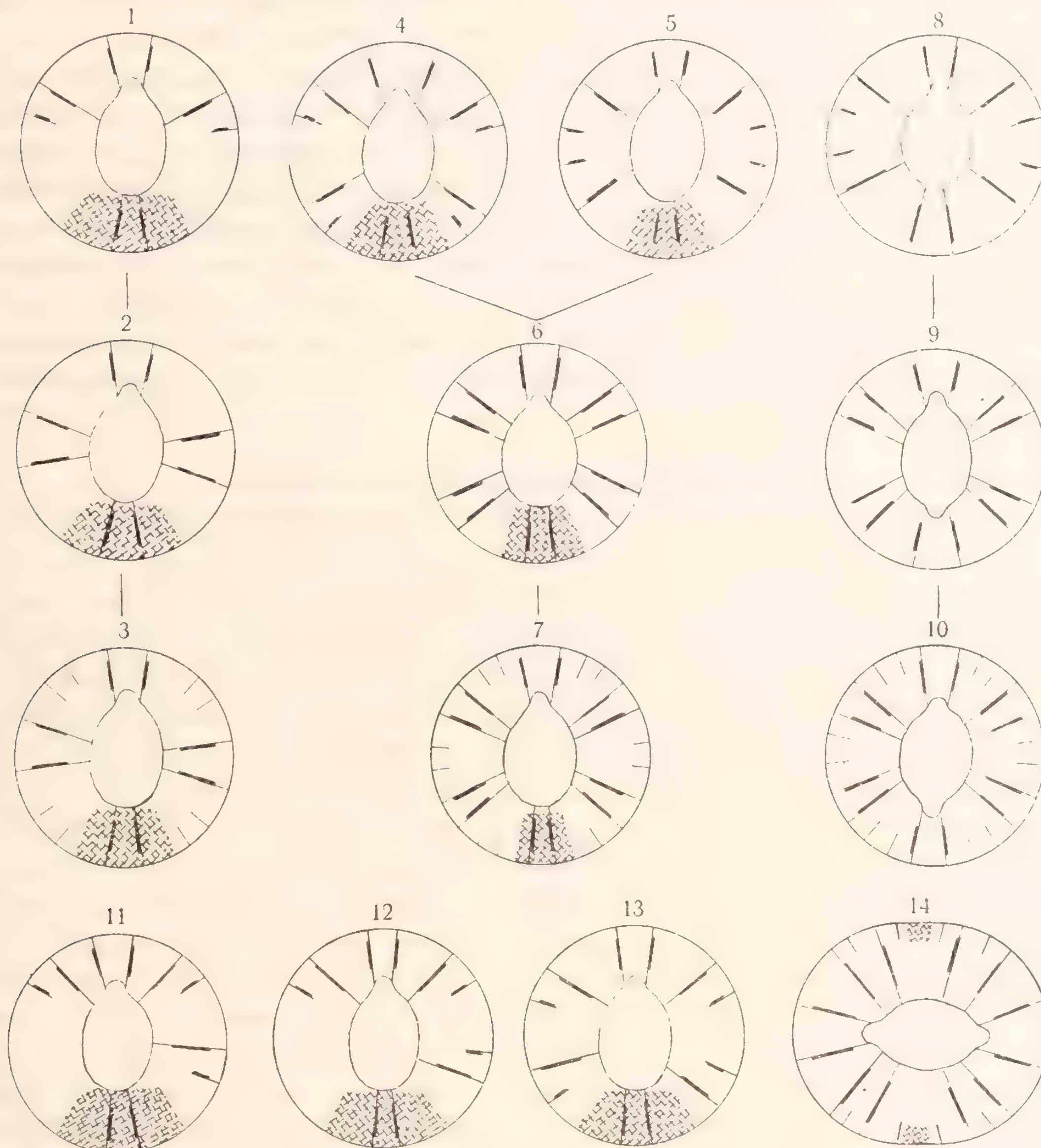


Fig. II. Figurenerklärung siehe den Text und p. 47.

Mesenterienpaaren (II 4), zweitens einen *bilateralen* mit nur *zwei* ebenfalls gleich (II 1) angeordneten Paaren und schliesslich drittens einen *biradialen* (II 5, 8), welch letzterer zwei Neubildungszonen enthält, die in ihrer am besten entwickelten Gestalt (II 8) Spiegelbilder zu einander sind, indem jede aus zwei bilateral angeordneten, vollständigen Mesenterienpaaren besteht. Ausser diesen kommen auch teils solche Typen

vor, die wir *gemischte Typen* (II 11—13) nennen können und die an der einen Seite der Richtungsebene die Mesenterien nach dem einen, an der anderen nach dem anderen Haupttypus entwickelt haben, teils treten aber auch mehr selten Unregelmässigkeiten auf, die entweder in Zusammenhang mit der Krümmung der alten Mesenterien stehen und sich in einer Hemmung der Mesenterienanlegung an der einen Seite der Richtungsmesenterien äussern, oder in Verbindung mit der Veränderung der Richtungsebene und der Entstehung der Doppelbildungen stehen.

Sind die drei Haupttypen bestimmt, so haben wir den Zusammenhang dieser Typen mit einander näher zu untersuchen. Bei dieser Analyse gibt uns die Verbreitung der Entwicklungstypen in den Stückchen einen wichtigen Ausgangspunkt. In folgender Zusammenstellung über die wichtigsten Entwickelungstypen und die Verbreitung derselben in den Stückchen ist auch ein statistisches Material von Wert gegeben. (Ich nehme in dieser Zusammenfassung Rücksicht nicht nur auf die Stückchen, die in dieser Arbeit behandelt sind, sondern auch auf die 1904 erwähnten Fragmente. Dagegen können nur solche Stückchen, die so jung waren, dass sie eine Orientierung der Mesentrientypen ermöglichten, was tatsächlich in den meisten Fällen gelang, mitgenommen werden.)

Die Entwicklungstypen der neuen Mesenterien.

	1—4. Haupttypen				5—7. Gemischte Typen					
	Typus 1 (Textfig. II 4). Bilateraler Typ. mit 3 vollständigen Paaren	Typus 2 (Textfig. II 1). Bilateraler Typ. mit 2 vollständigen Paaren	Typus 3 (Textfig. II 5). Biradialer Typ., jedoch mit nur *1* Paar Richtungsmesenterien	Typus 4 (Textfig. II 8). Biradialer Typ. mit 2 Richtungsmes.-Paaren	Typus 5 (Textfig. II 11). Typ. 1 an d. einen, Typ. 2 an d. anderen Seite	Typus 6 (Textfig. II 12). Typ. 2 an d. einen, Typ. 3 an d. anderen Seite	Typus 7 (Textfig. II 13). Typ. 1 an d. einen, Typ. 3 an d. anderen Seite	Typus 8. Bilateraler Typus mit *4* vollständ. gleich orientierten Paaren	Typus 9. Entwicklung der Mesenterien wie bei Edwardsia	Typ. 10 (Textfig. II 14). Biradialer Typ. mit 3 bilateral angeord. Paaren in jed. Neubildungszone
a) in den Lacerationsstücken:	in	in	in	in	in	in	in	in	in	in
bei Sagartia	26	48	15	10 [1]	7	2 + (1 ?)				
bei Metridium a. natürl. Lac.			1			1	2			
b. künstl. Lac.		3	9			4				
bei Aiptasia		(1) [2]		21						
b) in den Fussscheibenstückchen:										
bei Sagartia	5	1	1 ?					1	2	
bei Metridium	2	2	1							1
									Stückchen	

[1] In allen diesen Fällen liegt die neue Richtungsebene senkrecht gegen die alte Mittelebene der Stückchen. Vier Stückchen gehören den Polaritätsversuchen zu.

[2] Mit einem zweiten Schlundrohr vereinigt.

Ausser den erwähnten Stückchen fanden sich auch einige (3) Stückchen mit den Mesenterien nach dem Typus 2 nur an der einen Seite der Richtungsebene angeordnet, ebenso einige (6) mit den Mesenterien nach dem Typus 3 gruppiert. An der anderen Seite der Richtungsebene kamen entweder keine neuen Mesenterien vor oder war die Anordnung der Mesenterien hier nicht deutlich. In einem Fall lagen in einem Lacerationsstückchen zwei neugebildete Richtungsmesenterienpaare neben einander.

Obgleich das bei Metridium und Aiptasia untersuchte Material viel geringer ist als das von Sagartia, so ergibt sich dennoch aus der Zusammenstellung deutlich, dass die Entwicklungstypen der Mesenterien bei den drei Arten recht verschieden sind. In den Lacerationsstückchen bei Sagartia treten schon verschiedene Entwicklungstypen auf, obgleich die bilateralen, und besonders der bilaterale mit zwei vollständigen, gleich angeordneten Paaren, die gewöhnlichsten sind. So ist der letzte Typus in fast eben so vielen Fällen wie der bilaterale mit drei vollständigen Paaren und die biradialen zusammen vorhanden. Bei Metridium wechseln die Typen zwischen dem bilateralen mit zwei gleich angeordneten Paaren und dem biradialen, bei dem das zweite Richtungsmesenterienpaar fehlt; nur bei zwei Stückchen fanden sich Spuren des bilateralen Typus mit drei Mesenterienpaaren. Am häufigsten trifft man jedoch hier den erwähnten biradialen Typus. Bei Aiptasia ist nur der biradiale Typus mit zwei Neubildungszonen und zwei Richtungsmesenterienpaaren angetroffen worden mit Ausnahme eines einzigen Falles, wo in einer Doppelbildung das eine Schlundrohr nur mit vier bilateral angeordneten Mesenterien nach dem zweiten Typus entwickelt war.

Schwanken also in den Lacerationsstückchen die Typen zwischen dem bilateralen mit drei Paaren und dem biradialen mit zwei Richtungsmesenterienpaaren, so kommen in den Fussscheibenstückchen hauptsächlich bilaterale Typen vor. Am gewöhnlichsten scheint der bilaterale Typus mit drei Mesenterienpaaren zu sein. Zu diesem können wir auch gewissermassen die unter 9 und 10 erwähnten Fälle rechnen. Beim Typus 9 verläuft die Entwicklung nämlich in ähnlicher Weise wie beim Typus 1, nur ist hier ausserdem ein Richtungsmesenterienpaar angelegt, das vielleicht eine eigene Neubildungszone bildet. Bei dem Typus 10 (Textfig. II 14) besteht jede Neubildungszone aus drei bilateral angeordneten Paaren, obgleich die beiden Neubildungszonen zusammen eine biradiale Anordnung zeigen. Dass die bilaterale Entwicklung hier besonders ausgeprägt ist, zeigt der bei Sagartia erwähnte Fall (Typus 8), wo eine Neubildungszone mit nicht weniger als vier bilateral angeordneten, gleich orientierten Paaren vorhanden war.

Bei den künstlichen Lacerationsstückchen von S. viduata überwiegen also die bilateralen Entwicklungstypen der Mesenterien mehrmals die biradialen, bei Metridium ist in den künstlichen und natürlichen Lacerationsstückchen der biradiale Typus schon der Haupttypus, obgleich hier infolge des Vorhandenseins und des Fortbestands alter Mesenterien ein zweites Richtungsmesenterienpaar in der zu den alten Mesenterien grenzenden zweiten Neubildungszone sich nicht entwickelt, bei Aiptasia schliesslich entstehen die Mesenterien in den Lacerationsstückchen nach dem biradialen Typus mit zwei Richtungsmesenterienpaaren.

Suchen wir näher nach der Ursache dieser Verschiedenheiten, so liegt die Annahme nahe, dass die Entstehung der Typen in Korrelation zu der Art der geschlechtslosen Fortpflanzung der drei Arten steht (1904, p. 67). Wir möchten uns nämlich erinnern, dass die drei näher untersuchten regenerierenden Actiniarien, obgleich recht nahe mit einander verwandt, sich in Betreff der geschlechtslosen Fortpflanzung verschieden verhalten. Sagartia viduata ist eine Form, die normal sich nicht ungeschlechtlich fortpflanzt, Metridium dianthus löst von dem Fussrand Fragmente ab, die zu kleinen Actinien

auswachsen, aber deren alte Mesenterien vor der Abschnürung nicht oder nur unbedeutend deformiert werden, und Aiptasia diaphana pflanzt sich durch knospenähnliche, von dem Fussrand sich ablösende Fragmente fort, in denen die alten Mesenterien vor der Abschnürung deutlicherweise ganz oder wenigstens zum grössten Teil deformiert sind. Es scheint also, als ob der bilaterale Entwicklungstypus, dem die Actiniarien in ihrer geschlechtlichen Fortpflanzung folgen, mit dem Auftreten der natürlichen Laceration sich in einen biradialen verwandelt hat.

Nun fragt es sich, ob die recht oft auftretenden biradialen Typen bei Sagartia sich überhaupt aus den häufig vorkommenden bilateralen Typen bei dieser Art entwickelt haben, ob die biradialen Typen bei den durch eine natürliche Laceration sich fortpflanzenden Actiniarien aus den ähnlichen Typen abstammen, die in den künstlichen Fragmenten einer normal sich nicht auf geschlechtslosem Wege vermehrenden Actiniarie entstehen können, und ob die bilateralen Typen allmählich während der Ausbildung der natürlichen Laceration eliminiert sind.

Was die erste Frage betrifft, so liegt es von morphologischem Gesichtspunkt aus kein Hinderniss im Wege, die biradialen Typen aus den bilateralen abzuleiten. Wenn man den ersten bilateralen Typus mit drei vollständigen Mesenterienpaaren als primär betrachtet — was tatsächlich wohl begründet ist, denn die Mesenterien dieses Typus entwickeln sich in ähnlicher Weise wie in der Ontogenese, nur mit der Ausnahme, dass hier kein zweites Richtungsmesenterienpaar entsteht —, so bildet der zweite bilaterale Typus mit zwei vollständigen, gleich orientierten Paaren einen vermittelnden Übergang zwischen dem primär bilateralen Typus und den biradialen. Mit dem ersteren hat er die bilaterale Anordnung gemeinsam, obgleich hier nur zwei vollständige Paare entwickelt sind, während jede Neubildungszone der letzteren aus zwei bilateral angeordneten Paaren wie in dem zweiten Typus besteht. Auch die Verbreitung des bilateralen Typus mit zwei Mesenterienpaaren in den Lacerations- und Fussscheibenstückchen deutet darauf hin, dass während der Entwicklung der Typen dieser Typus ein intermediäres Stadium darstellt. Zwar könnte der Umstand, dass die Anlage der nach dem Stadium mit zwei Mesenterienpaaren folgenden Mesenterien in dem sekundär-bilateralen (zweiten) Typus (Textfig. II 1) eine andere Symmetrie als in den übrigen Typen erzeugt, — indem bei diesen die Entwicklung von vier später entstandenen Mesenterien zu einer typischen oder fast typischen Symmetrie mit fünf (Textfig. II 6) oder, wenn die alten Mesenterien reduziert sind, mit sechs Mesenterienpaaren erster Ordnung führt (Textfig. II 9), während bei jenem das Auswachsen zweier neuen Mesenterien eine Form mit nur drei neugebildeten Mesenterienpaaren erster Ordnung hervorbringt (Textfig. II 2), — gegen eine solche Deutung sprechen; bei näherer Betrachtung der Entwicklung der Mesenterien fällt jedoch dieses Verhältnis nicht so schwer ins Gewicht. Wenn nämlich bei dem biradialen Typus in der zweiten bilateralen Neubildungszone der Mesenterien, die ein Spiegelbild der ersten sind, zwei unvollständige Mesenterien in ähnlicher Weise wie in der ersteren sich mit dem Schlundrohr verbinden, kommt auch hier eine typische Symmetrie mit sechs Mesenterienpaaren erster Ordnung zustande (Textfig. II 9). Auch der Umstand, dass in verschiedenen Fällen gemischte Typen von dem primär und dem sekundär bilateralen Typus (Textfig. II 11),

wie auch von dem sekundär bilateralen und dem biradialen (Textfig. II 12) angetroffen werden, — während der übrigens infolge des grossen Alters der Stückchen ein wenig unsichere gemischte Typus, der die primär bilateralen und die biradialen Typen enthält, (Textfig. II 13) sehr selten vorkommt, — spricht dafür, dass der sekundäre, bilaterale Typus eine Stufe zwischen dem primär bilateralen und dem biradialen Typus ist.

Wenn auch der bilaterale Typus mit zwei vollständigen Paaren sowohl in morphologischer Hinsicht als infolge seines allgemeinen Vorkommens ein Zwischenstadium darzustellen scheint, so bleibt es doch übrig, die Entstehung des sekundär bilateralen Typus aus dem primären und die der biradialen Typen aus dem sekundär bilateralen näher zu analysieren. Wenn wir erstens den sekundär bilateralen Typus aus dem primären ableiten, so muss bei dem ersten ein Mesenterienpaar unterdrückt sein, das bei dem letzteren sich vorfindet. Können wir dies mit Grund behaupten, so stellt sich die Frage schwieriger, wenn wir zu bestimmen versuchen, welches Mesenterienpaar in seiner Entwicklung gehemmt ist. Zwar ist man wohl niemals im Stande festzustellen, welches Mesenterienpaar verschwunden ist, weil alle drei Paare gleich orientiert sind. Jedoch ist es wohl wenig wahrscheinlich, dass das mittlere Paar unterdrückt ist, wenigstens können wir keinen Grund für eine solche Reduktion dieses Mesenterienpaares angeben. Möglich wäre es, dass das fehlende Paar das an die alten Mesenterien angrenzende Paar wäre, was vom morphologischen Gesichtspunkt sich verteidigen lässt. In solchem Fall kann man sich denken, dass das für den Aufbau dieses Paares nötige Material später zur Ausbildung der zweiten Neubildungszone angewendet wird. Das wahrscheinlichste ist indessen, dass das dritte Paar, das in dem Typus 1 das Richtungsmesenterienpaar bilden sollte und das letztentstandene Paar ist, nicht angelegt wird und zwar demzufolge, dass *die Schlundrinne so schnell entsteht, dass schon das zweite (mittlere) Paar sich mit ihr verbindet und sich an einem Richtungsmesenterienpaar anordnet.* Eine Stütze für diese Behauptung findet man nicht nur darin, dass in den Lacerationstückchen bei Metridium und noch mehr bei Aiptasia — die wohl infolge ihrer Fortpflanzung durch Laceration für eine schnellere Regeneration prädisponiert sind als die sich geschlechtslos nicht vermehrende Sagartia — die Neubildungszonen fast ohne Ausnahme in ihren ersten Stadien nur zwei bilateral angeordnete, vollständige Mesenterienpaare enthalten, während bei Sagartia der bilaterale Typus mit drei Paaren recht gemein ist, sondern auch in dem deutlichen Unterschied der Mesenterienanlage in den Lacerations- und in den Fussscheiben stückchen. In den letzteren, bei denen die Regeneration des Schlundrohrs längere Zeit braucht als in den Lacerationsstückchen, trifft man nämlich bei Sagartia überwiegend den ersten Typus mit drei Mesenterienpaaren, ja in einem Fall sind nicht weniger als vier bilateral gruppierte Paare entstanden, ehe sich die Schlundrinne entwickelt hat, und was Metridium betrifft, in dessen Lacerationsstückchen der erste Typus nicht angetroffen wurde, findet man in der Hälfte der Fussscheibenstückchen die Mesenterien nach diesem Typus angeordnet. Bedeutungsvoll ist es auch, dass der einzige beobachtete Fall (Typus 10), bei dem jede Neubildungszone des biradial sich regulierenden Stückchens aus drei bilateral gruppierten Paaren besteht, in einem Fussscheibenstück angetroffen wird.

Ist also meiner Meinung nach der bilaterale Typus mit nur zwei vollständigen Paaren als eine von physiologischen Ursachen bedingte Variante des primär bilateralen Typus zu betrachten, so gilt dies nicht in gleichem Masse von der Entstehung der biradialen Typen. Wie ich schon 1904 (p. 63) betonte, kann der biradiale Typus mit zwei Richtungsmesenterienpaaren durch die Annahme der Entstehung zweier Neubildungszonen, die aus je zweien bilateral orientierten Mesenterienpaaren bestehen, gedeutet werden —, eine Behauptung, die ich auf dem Verhältnis stützte, dass in einigen Fällen besonders proximalwärts jede bilaterale Zone mit einem besonderen Schlundrohr versehen war. Weil man auch in den Doppelbildungen bei Sagartia bisweilen eine ähnliche Gruppierung findet und auch bei Metridium ein ähnlicher Fall notiert ist, der besonders interessant ist, weil jede Zone hier aus Mesenterien, die nach dem primär bilateralen Typus angeordnet sind, aufgebaut war, unterliegt es wohl kaum einem Zweifel, dass der betreffende biradiale Typus aus einer Verdoppelung des sekundären bilateralen Typus entstanden ist, eine Verdoppelung, die nebst der Zusammenschmelzung der Schlundröhre als eine *Regulationserscheinung* anzusehen ist, indem dadurch die Mesenterienanordnung eine typische Gruppierung des ersten Mesenteriencyklus vorbereitet. Der biradiale Typus mit zwei Richtungsmesenterienpaaren steht also, scheint es, in innigem Zusammenhang mit dem sekundär bilateralen mit zwei Mesenterienpaaren und ist als das Resultat eines Regulationsprozesses der Stückchen zu betrachten, der infolge der Reduktion des einen der drei Mesenterienpaare in der Neubildungszone in andere Bahnen zu verlaufen gezwungen wird als die frühere Mesenterien-Regeneration. Durch die Anlage dreier bilateralen Paare fiel nämlich diese annähernd mit der Ontogenese zusammen, obgleich sie infolge des Vorhandenseins wenigstens von Resten alter Mesenterien in den Stückchen fast niemals einen normalen Bau derselben hervorbrachte. Infolge der letzeren Ursache kommt auch der dritte, unvollständige, biradiale Typus zu Stande. Der biradiale Typus mit nur einem Richtungsmesenterienpaar ist nämlich nur als eine Modifikation des biradialen mit zwei Richtungsmesenterienpaaren zu betrachten und ein Typus, der wohl nur deswegen sich vorfindet, weil das Vorhandensein von Resten alter Mesenterien die Entwicklung des zweiten Richtungsmesenterienpaares hemmt.

Was die zweite Frage anbelangt, ob die biradialen Typen bei Metridium und Aiptasia aus den biradialen Typen bei Sagartia oder bei anderen dieser ähnelnden Actinien abstammen, so scheint es nach den oben angegebenen Gründen klar, dass man keine solche Herkunft zu supponieren braucht. Weil nämlich der biradiale Typus in erster Hand als eine Folge der Reduktion eines Mesenterienpaares in dem primär bilateralen Typus entstanden ist und diese Reduktion von physiologischen Ursachen, und zwar von der Geschwindigkeit der Regeneration, abhängig zu sein scheint, können die biradialen Typen bei Metridium und Aiptasia selbständig sich entwickelt haben.

In Betreff der dritten Frage, ob die bilateralen Typen, und besonders der primäre, allmählich während der Ausbildung der natürlichen Laceration eliminiert werden, so ist dies wohl gewissermassen der Fall, denn wäre nicht die Neigung der Lacerationsstückchen, sehr schnell zu regenerieren und sehr früh eine Schlundrinne

zu entwickeln, in Zusammenhang mit der Erwerbung der Lacerationsfähigkeit vererbt, so hätten bei Metridium die Mesenterien in den Lacerationsstückchen gleich wie in den Fussscheibenstückchen nach dem ersten Typus sich entwickeln können.

13. *Die Reihenfolge der Mesenterien in den Fussscheiben- und in den Lacerationsstückchen.* Nach den Angaben verschiedener Forscher entstehen die acht ersten sog. Edwardsiamesenterien nicht gleichzeitig, sondern nach einander und in ein wenig wechselnder Ordnung. Zwar wird dies von APPELLÖF (Bergens Mus. Aarb. 1900) verneint, aber welche Ansicht man von dieser Frage auch hat, deutet doch die verschiedene Grösse der Mesenterien, vor allem die der Filamente darauf, dass die Paare nicht phylogenetisch gleichzeitig sind. Auch in den Lacerations- und Fussscheibenstückchen entstehen die Mesenterien in der Neubildung nicht gleichzeitig. In den primären Typen geschieht die Differenzierung von innen nach aussen, so dass das Mesenterienpaar, das an die alte Partie grenzt, zuerst entsteht (Fig. 38—41 1), dann ein ausserhalb dieses liegendes (2), dann ein drittes (4) und zwar das Richtungsmesenterienpaar, alle drei gleich orientiert und mit den Längsmuskeln der alten Partie zugekehrt. Schliesslich treten die Mesenterienpaare 5 und 6 etwa gleichzeitig nach innen von den seitlichen Mesenterien auf, d. h. die Ordnung der Entstehung der Mesenterien stimmt mit der in den Actiniarienlarven überein. In dem sekundär bilateralen Typus entsteht erstens das an die alten Mesenterienreste grenzende Paar, dann das Richtungsmesenterienpaar, beide gleich orientiert, und schliesslich ein Paar an der inneren Seite des ersten Paares (Textf. II 1.). In dem biradialen Typus entwickelt sich jede Neubildungszone in ähnlicher Weise. Wenigstens in dem Fall, dass in der zweiten Neubildungszone kein Richtungsmesenterienpaar angelegt wird, beginnt die Mesenterienanlage dieser Zone etwas später als sein Partner. Wie in der Ontogenie liegt die eine Hälfte von jedem aller dieser Paare an der einen Seite der Richtungsebene, die andere an der anderen; die Zusammengehörigkeit der Hälfte jedes Paares (couple's) sieht man deutlich in dem aboralen Teil der Mesenterien, wo jedes Paar sich als ein einziges Mesenterium darstellt (Fig. 38, 39. Textf. II 3, 7, 10). In den Lacerations- und Fussscheibenstückchen geschieht wie in der Ontogenie eine Umgruppierung der seitlichen Mesenterien erster Ordnung, so dass die an einander grenzenden Paare mit zugewendeten Längsmuskeln an derselben Seite der Richtungsebene neue Paare bilden. Die Mesenterien des zweiten Zyklus entstehen wie in der Ontogenie (Fig. 37), es ist jedoch sehr schwer festzustellen, ob es in der Anlegung der verschiedenen Paare einen Unterschied gibt; in einigen Fällen scheint es jedoch, dass die zwei zunächst dem am frühesten entstandenen Richtungsmesenterienpaar liegenden Paare die ältesten sind.

Figuren-Erklärung der Tafeln 1—4 und der Textfigur II.

Durchgehende Bezeichnungen: M. d. = Metridium dianthus. S. v. = Sagartia viduata. rm = neue Richtungsmesenterien. rm_1 = alte Richtungsmesenterien. Mesoglöa schwarz, Schlundrohr-Ektoderm gestreift, Ektoderm der neuen Körperwand- und Fussscheibenpartie quadratförmig liniert. Altes Ektoderm ohne besondere Bezeichnung. Entoderm punktiert. Die Figuren der Querschnitte sind in den Stückchen, bei denen die Neubildung bezeichnet ist, so orientiert, dass die alte Partie unten liegt.

Fig. 1 und 2. M. d. Tentakelreproduktion bei Körperwandstückchen (p. 6, 7).

» 3. M. d. Durch einen seitlichen Einschnitt entstandenes Köpfchen (p. 12).

» 4—5. S. v. Heteromorphisches Stückchen, das von einem Fragment herrührt, das aus einer Körperwand- und einer Fussscheibenpartie, die nur durch Mesenterien mit einander verbunden waren, bestand (p. 15). An Fig. 4, die das Stückchen von der Seite darstellt, liegt das proximale Köpfchen rechts. Die alte Körperwandpartie ist mit deutlichen Längsstreifen versehen, die neugebildete Körperwandpartie hell. Fig. 5 stellt das Stückchen von der alten Körperwand gesehen dar. Proximales Köpfchen unten (p. 15).

» 6. S. v. Schematische Anordnung der vollständigen Mesenterien in dem in den Fig. 4—5 abgebildeten Stückchen (p. 15).

» 7. S. v. Heteromorphisches Stückchen wie in Fig. 4—5. Proximales Köpfchen unten (p. 13).

» 8. S. v. Regeneriertes Lacerationsstückchen, das durch einen tiefen dreieckigen Einschnitt von der distalen Seite in fast zwei Hälfte geteilt war (p. 22).

9. S. v. Regeneriertes Lacerationsstückchen, das wahrscheinlich aus zwei zusammengewachsenen Stückchen, jedes mit einem Mesenterium, besteht (p. 18).

» 10. M. d. Im Freien gefundenes Doppeltier. Das linke Köpfchen mit 3 Schlundröhren und 3 Mundöffnungen (p. 30).

» 11. M. d. Eine nach Querteilung des Körpers regenerierte, distale Körperpartie (p. 7).

» 12. M. d. Schnitt durch ein Mesenterium mit Phagocyten aus einem Körperwandstückchen (p. 6).

» 13. M. d. Schnitt durch ein in Destruktion sich befindendes Körperwandstückchen (p. 6).

14. S. v. Querschnitt durch ein regeneriertes Stückchen, das von Anfang ein Bischen der Körperwand und der Mundscheibe mit Tentakeln enthielt (p. 5).

15. S. v. Querschnitt eines regenerierten Stückchens, das aus einem Körperwand- und einem Fussscheibenfragment besteht, die nur durch 4 Mesenterien, von denen die schwächsten in der Mitte lagen, mit einander zusammenhängen. Zwei Neubildungszonen (10 a_4, p. 14).

» 16. S. v. Ähnlicher Schnitt wie in Fig. 15 (10 a_6, p. 14).

» 17, 20. S. v. Querschnitt eines regenerierten Lacerationsstückchens, das von Anfang 4 Mesenterien, von denen die schwächsten in der Mitte lagen, enthielt. Zwei Neubildungszonen. Fig. 17 in dem proximalsten, Fig. 20 in dem distalen Teil (16 a_8, p. 17).

18, 19, 23, 24. S. v. Querschnitt des in Fig. 8 abgebildeten Lacerationsstückchens. Zwei Schlundröhre. Fig. 18 durch den proximalsten Teil, Fig. 19 durch eine ein wenig höher liegende Partie. Fig. 23 in der Mitte des Körpers. Fig. 24 in der Schlundrohrpartie (9 a b a_7, p. 22).

21, 22. S. v. Querschnitte durch ein Lacerationsstückchen, das von Anfang nur 1 Mesenterium enthielt. Die Richtungsebene senkrecht zur Längsrichtung des alten Mesenteriums. Fig. 22 in dem proximalen Teil, Fig. 21 in der Höhe des Schlundrohres (7 c, a_8, p. 18). Berichtigung: $_1$rm lies rm.

» 25. S. v. Querschnitt eines regenerierten Lacerationsstückchens, das von Anfang 4 Mesenterien, unter denen in der Mitte ein Richtungsmesenterienpaar, enthielt (2 b a_2, p. 24).

» 26—27. S. v. Querschnitte durch zwei Lacerationsstückchen, die von Anfang mit 2 Mesenterienpaaren, unter denen 1 Richtungsmesenterienpaar, versehen waren. Fig. 26 ohne Neubildungszone (20 a_1, p. 25). Fig. 27 Doppelbildung mit asymmetrisch liegender Neubildung (20 a_3, p. 25).

Fig. 28—29. S. v. Querschnitte durch Lacerationsstückchen, die von Anfang nur ein Richtungsmesenterienpaar enthielten. Fig. 28 bilateraler Entwicklungstypus der Mesenterien (2 a a_1). Fig. 29 biradialer Entwicklungstypus mit nur einem Richtungsmesenterienpaar (2 a a_3) (p. 24).

» 30. S. v. Querschnitt eines Lacerationsstückchens, das von Anfang 8 Mesenterien, unter denen ein Richtungsmesenterienpaar an der einen Seite, hatte. 3 Schlundrinnen (3 a_4, p. 26).

» 31—32. M. d. Querschnitte zweier künstlichen Lacerationsstückchen. Biradialer Entwicklungstypus mit nur einem Richtungsmesenterienpaar. Fig. 31 (6 c a_4), Fig. 32 (23 a_1 p 28).

» 33—34. M. d. Querschnitte durch ein im Freien gefundenes Lacerationsstückchen (a_4, p. 30), das von Anfang ohne Richtungsmesenterien war. Fig. 33 durch den aboralen, Fig. 34 durch den oralen Teil des Schlundrohres.

» 35. M. d. Querschnitt durch ein grosses Lacerationsstückchen, das von Anfang mit einem Richtungsmesenterienpaar versehen war (6 c, p. 31).

» 36—37. M. d. Querschnitte durch ein Fussscheibenstückchen (1, p. 32). Fig. 36 in dem proximalen Teil, Fig. 37 in der Höhe des Schlundrohrs. Die alten Mesenterien scharf von den neuen geschieden. Biradialer Entwicklungstypus mit nur einem Richtungsmesenterienpaar. Die römischen Ziffern in der Neubildung stehen zwischen den Mesenterien entsprechender Ordnung: I Mesenterien erster, II zweiter, III dritter Ordnung.

» 38—41. M. d. Querschnitte durch ein Fussscheibenstückchen (2 a_4, p. 33). Fig. 38 durch den proximalsten, Fig. 39 durch den proximalen Teil, Fig. 40 durch die Filamentregion, Fig. 41 durch das Schlundrohr. Die Ziffern bezeichnen die wahrscheinliche Reihenfolge, in der die neuen Mesenterien entstanden sind. Die Ziffer 3, die in der Ontogenie das zweite Richtungsmesenterienpaar bildet, ist ausgeschlossen. Die Mesenterien scheinen hier also in derselben Ordnung wie in der Ontogenie zu entstehen.

» 42—45. M. d. Querschnitte eines Fussscheibenstückchens (2 a_5, p. 33). Fig. 42 in dem proximalsten Teil, Fig. 43 durch die Filamentregion, Fig. 44 in dem aboralsten Teil des Schlundrohres, Fig. 45 in dem oralen Teil des Schlundrohres. Zwei Neubildungszonen, jede mit drei bilateral angeordneten Mesenterienpaaren. Die neue Richtungsebene senkrecht zu der Längsrichtung der alten Mesenterien.

» 46. S. v. Querschnitt eines Fussscheibenstückchens (15 a_1, p. 35). Bilaterale Anordnung der neuen Mesenterien.

» 47. S. v. Querschnitt eines Fussscheibenstückchens (15 a_5 p. 35). Anordnung der neuen Mesenterien wie bei Edwardsia.

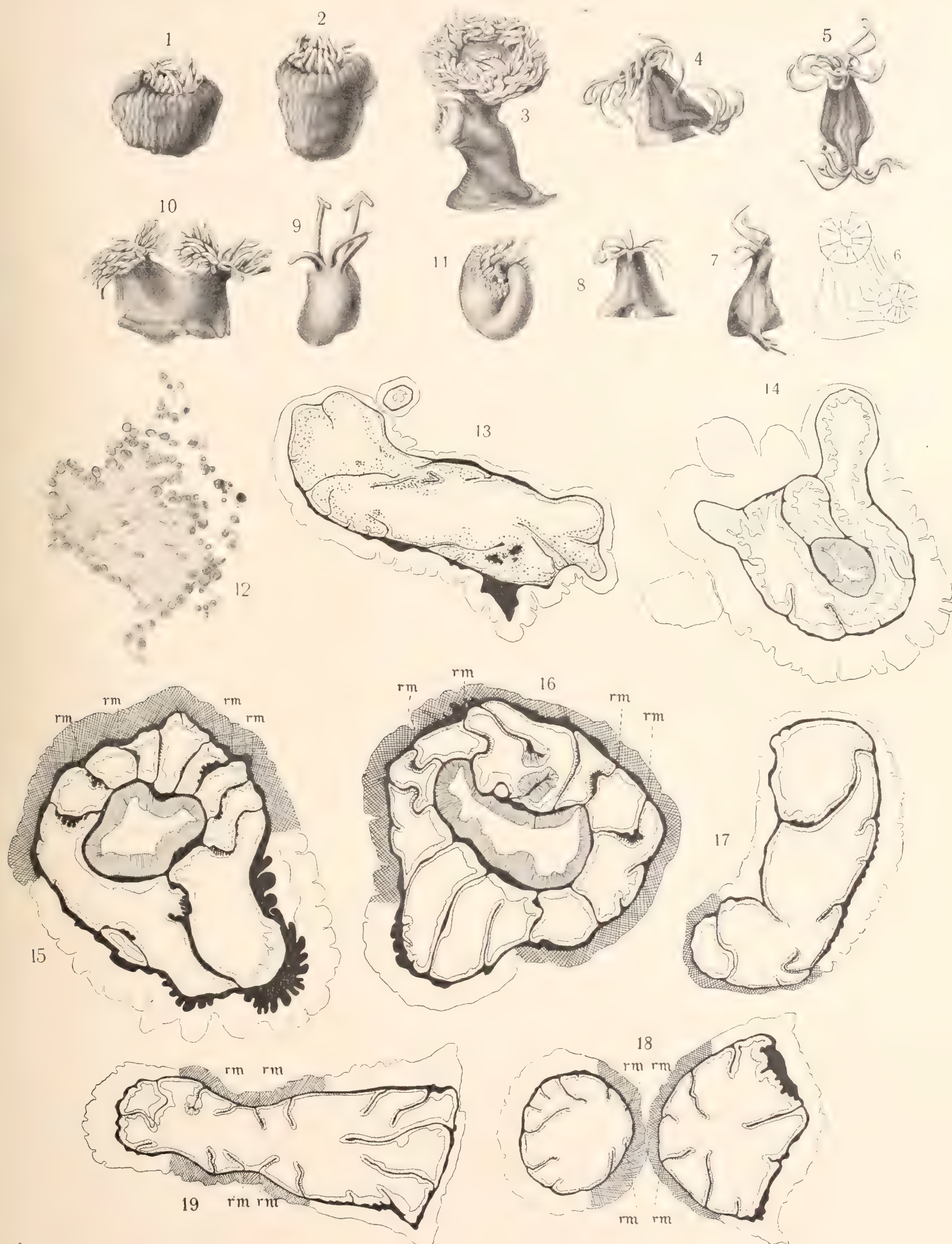
» 48—49. M. d. Zwei Querschnitte des in Fig. 10 abgebildeten Doppeltieres.

Textfigur II (p. 39). Schematische Querschnitte der Fragmente in der Schlundrohrregion um die verschiedenen Entwicklungstypen in der Neubildung zu zeigen. Alte Zone quadratförmig liniiert. Die übrige Partie stellt die Neubildung dar. Rechtecke an den Mesenterien: Längsmuskeln. Nur ein altes, vollständiges Mesenterienpaar gezeichnet. In den Typen sind auch die unvollständigen Mesenterien gezeichnet um ihre verschiedene Stellung anzudeuten — 1: Zweiter bilaterale Entwicklungstypus mit 2 gleich orientierten, vollständigen Mesenterienpaaren — 4: Erster bilaterale Entwicklungstypus mit 3 gleich angeordneten, vollständigen Paaren — 5: Dritter und biradialer Entwicklungstypus mit zwei Neubildungszonen, von denen die eine (unten an der Figur) nicht das Richtungsmesenterienpaar entwickelt hat — 8: Vierter und biradialer Entwicklungstypus. In 1, 4, 5, 6 sind schon alle Mesenterien erster Ordnung angelegt, obgleich die letzt entstandenen unvollständig sind, in 2, 6, 9 sind diese letzteren vollständig, in 3, 7, 10 sind die Mesenterien zweiter Ordnung entstanden. Der zweite, bilaterale Entwicklungstypus (II 1) entwickelt also nur drei Mesenterienpaare erster Ordnung aber vier Paare zweiter Ordnung (II 2, 3), der erste, bilaterale Entwicklungstypus (II 4) und dritte, biradiale (II 5), 5 Paare erster Ordnung und 6 Paare zweiter Ordnung (II 6, 7). Aus dem vierten und biradialen Typus (II 8) entsteht eine typische Form mit 6 Paaren erster Ordnung und 6 Paaren zweiter Ordnung (II 9, 10) u. s. w. — 11—13: Gemischte Typen (Entwicklungstypen 5—7 p. 40) — 14 : Biradialer Typus mit drei Paaren gleich orientierter Mesenterien in jeder Zone (Typus 10 p. 40).

Inhaltsverzeichnis.

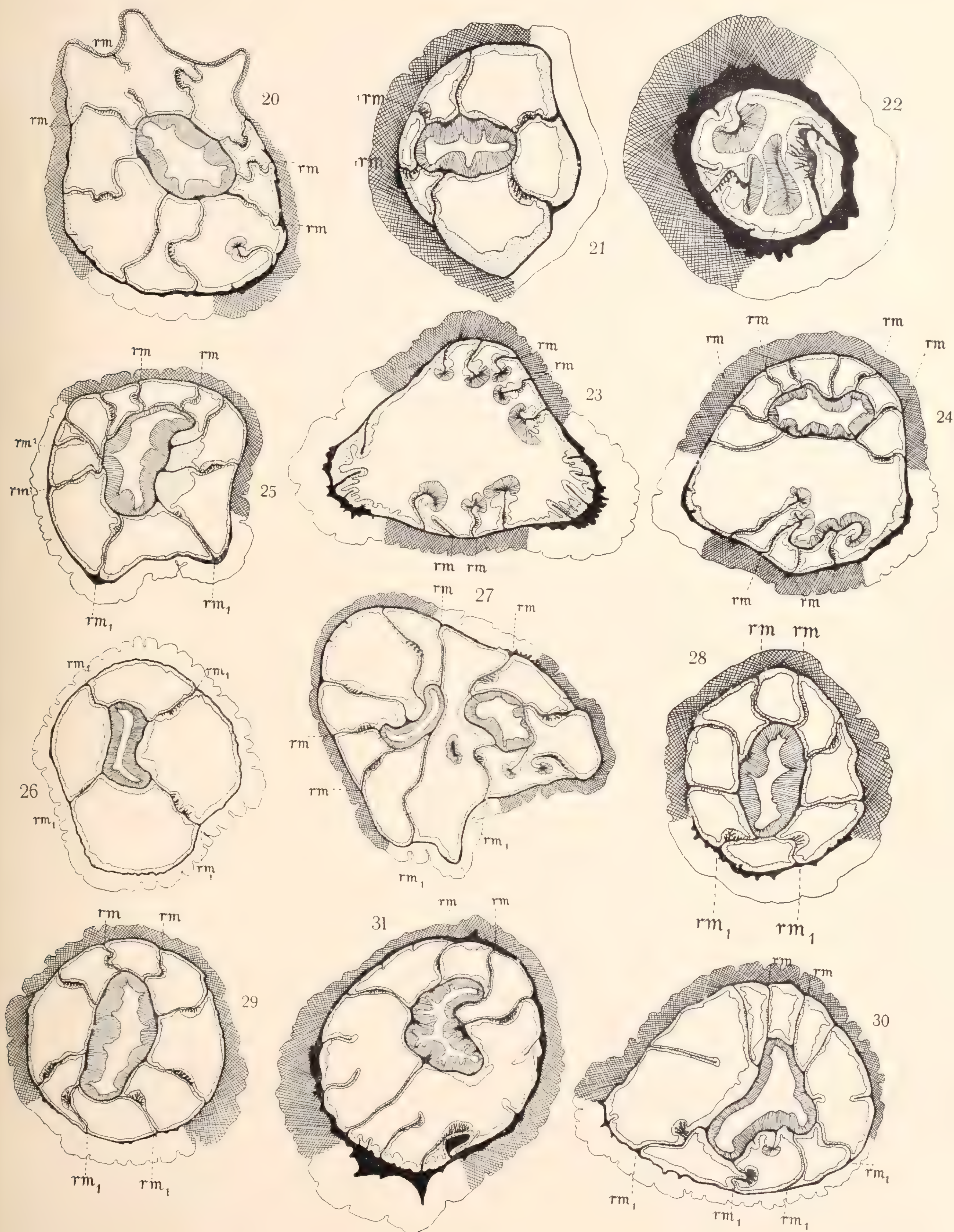
Tryckt den 17 februari 1909.

Uppsala 1909. Almqvist & Wiksells Boktryckeri-A.-B.



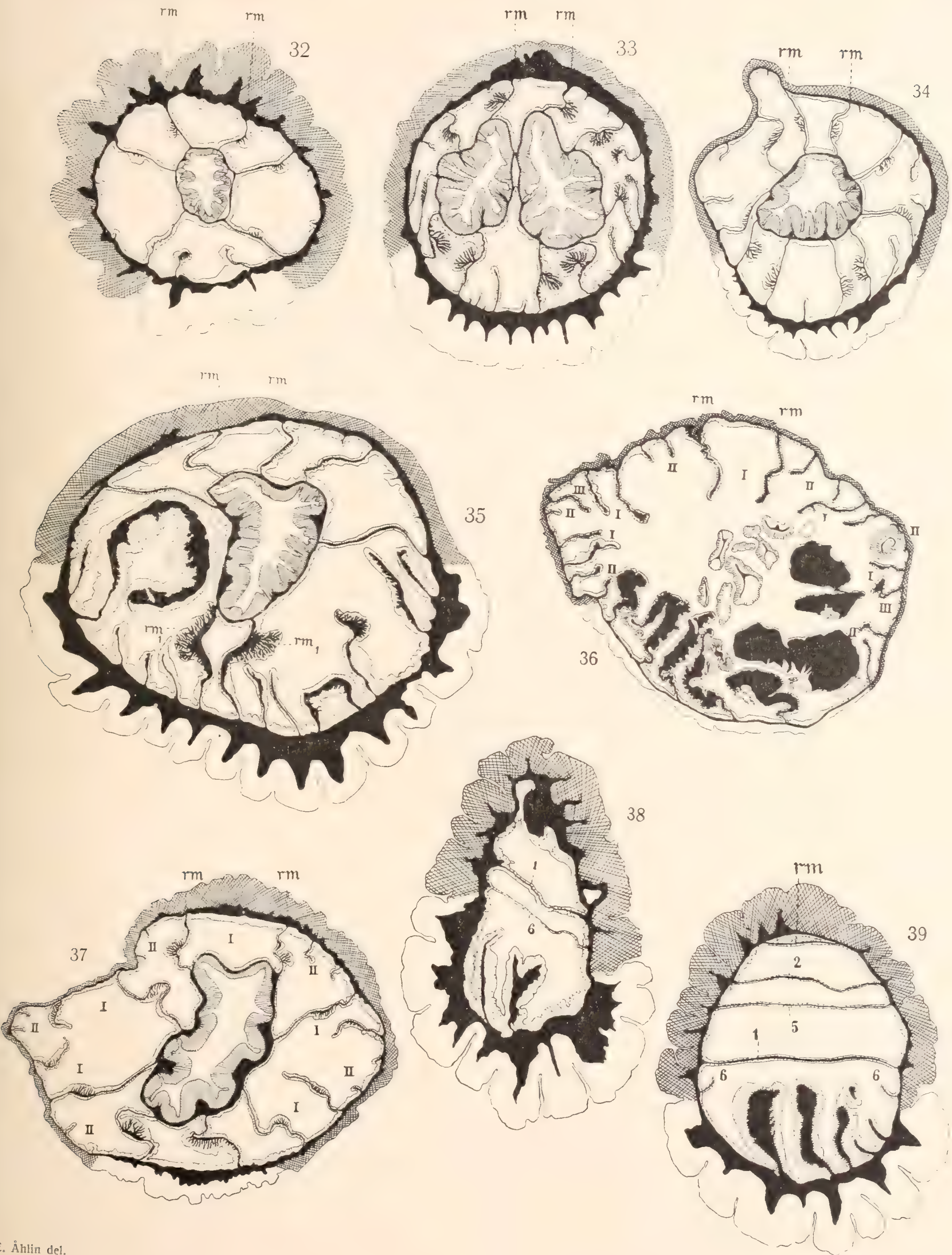
E. Åhlin del.

Cederquists Graf. A.-B., Sthlm.



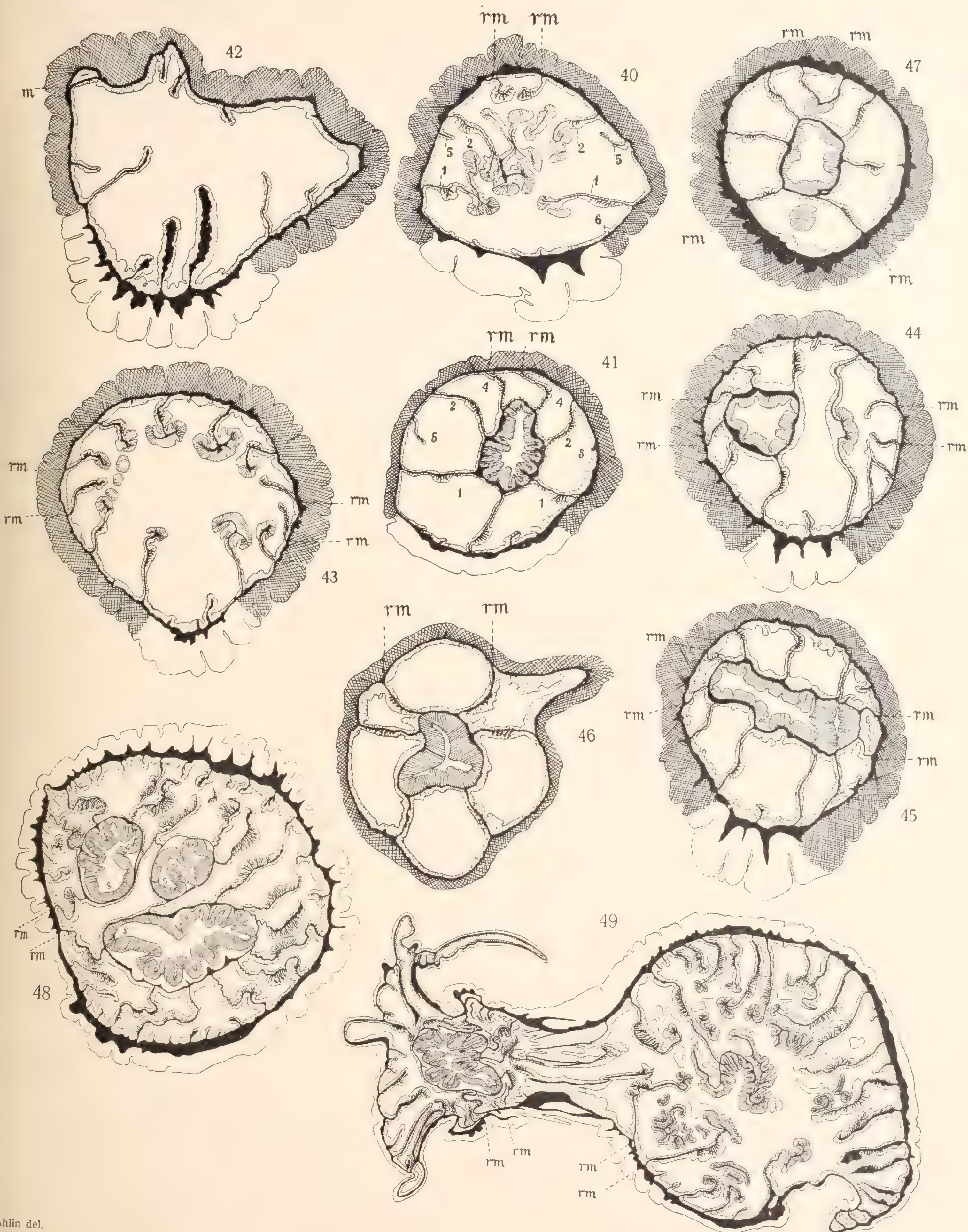
E. Åhlin del.

Cederquists Graf. A.-B., Sthlm.



E. Åhlin del.

Cederquists Graf. A.-B., Sthlm.



E. Åhlin del.

Cederquists Graf A.-B., Sthlm.

KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 43. N:o 10.

ON THE GALACTIC SYSTEM

WITH REGARD TO ITS

STRUCTURE, ORIGIN, AND RELATIONS IN SPACE

BY

KARL BOHLIN

WITH 4 FIGURES IN THE TEXT AND 6 PLATES,

INCLUDING PHOTOGRAPHS OF THE PLANETARY NEBULÆ AND OTHER OBJECTS

READ JANUARY 13TH 1909



UPPSALA & STOCKHOLM
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.
1909

On the Galactic System with regard to its structure, origin, and relations in space.

In consequence of a review of nebulæ and clusters in the reach of the refractor of the observatory at Stockholm, and on account of measures in the Globular Cluster Messier 92 [G. C. 4294] recently made,[1] I was induced to take up for further examination a research, previously attempted, on the distribution on the heavens of the different classes of celestial objects, and at first the class of the *Globular Clusters*.

It is, in fact, very striking to any one who has taken up the survey of the sky in conformity with the *Herschelian* classifications, that these marvellous and attracting systems may occupy some peculiar place among the stars and even in the general structure of the Galactic System.

1. *Place of Globular Clusters in the Sidereal System.*

It is surprising that the law of superficial distribution of the Globular Clusters seems to have remained almost unknown in modern astronomical literature, although it forms an immediate feature of the wellknown catalogues of nebulæ and stars. In a recent work, one finds for instance the assertion that »the planetary nebulæ are principally condensated to the Milky Way, while the Globular Clusters are uniformly scattered over the whole celestial sphere», which may be a misapprehension in both statements.

With regard to the statistic researches of stars and nebulæ, it is sometimes pointed out that the observations on the southern hemisphere, made by J. Herschel, may not have been so reliable as to counterpoise the informations drawn from the northern one. The proof of such an opinion is, however, wanting, and on account of the fairly regular distribution of nebulæ and stars on both hemispheres, the doubts in the respect mentioned may be regarded as overthrown, at least as far as only brighter objects are considered. Most of the Globular Clusters belonging to the

[1] Der zweite Sternhaufen im Hercules, Messier 92; Astron. iaktt. och undersökn. å Stockholms Observatorium Band 8 N:o 3.

more conspicuous of the celestial objects, the material of which we dispose at present, in respect to these objects, may be regarded as chiefly homogeneous throughout the whole extent of the celestial sphere. After having constructed upon this assumption the charts of Globular Clusters, here reproduced [Plate 1], showing their concentration around a certain point of the Milky Way, I proceeded to search for further information on the subject. The only record on the distribution of the Globular Clusters I thus was able to find, is due to J. HERSCHEL and exhibited[1] by him by the observation of »the extraordinary display of fine, resolved, and resolvable Globular Clusters in the Southern nebulous System, which occurs between $16^h 45^m$ and 19^h in *RA* in the region occupied by *Corona Australis,* the body and head of *Sagittarius,* the tail of *Scorpio* with part of *Telescopium* and *Ara.*» »This», he adds, »is certainly something beyond a mere accidental coincidence.»

In order to obtain a distinct representation of the objects without drawing meridian- and parallel-circles on the charts, a special chart-constructing-circle was employed, consisting of a bar with a polar distance scale and a printing piece, moveable along it, the right ascensions being immediately read and settled on at the borders of the chart. The projection of the scale is the isographic one, giving for annular intervals of the chart the same areas as for zones of the sphere, corresponding to the same limits of polar distance. In this way equal areas of the projection represent equal ones on the sphere.

The positions and the descriptions of the several objects, constructed in the charts, are taken from the *New General Catalogue of Nebulæ and Clusters of Stars for 1860.0 by J. L. E. Dreyer.*[2]

Thus having constructed the two charts representing the Clusters of the southern and northern hemispheres and containing even the general trace of the *Milky Way,* as represented by a line in these charts, the general feature of distribution of the objects around a point [$\alpha = 17^h 40^m$; $p = 125°$], situated in the *Milky Way,* in the constellation of *Telescopium,* at once revealed itself.

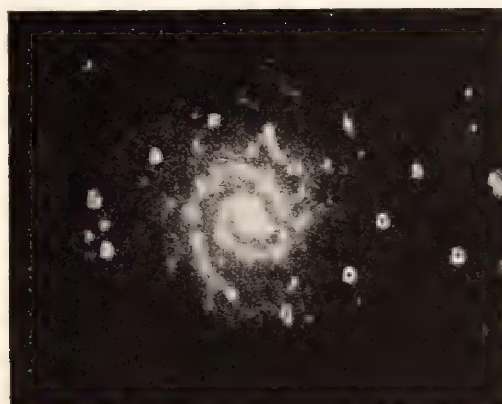
The four magnitudes of dots, employed in these charts, refer to HERSCHEL'S designations vL, L, pL, S [very large, large, pretty large, small]. At a more assiduous inspection of the spherical conglomerate, made up of these Globular Clusters, and looking away from the two *Maghellanic Clouds,* which seem to contain a considerable number of them, I was struck by some of the objects, generally very faint and appearing to lie outside the limits of the general assemblage of the bodies. The first object, met with in this way, was the cluster N. G. C. 628 [G. C. 372, Messier 74, $\alpha_{1860.0} = 1^h 29^m 11^s$; $p_{1860.0} = 74° 56'.0$], described as Globular Cluster, F, vL, R, vg, psmbM, rr. This object has been photographed by Sir ISAAC ROBERTS[3] and proves to be a very regular spiral nebula with numerous knots included, of which a reproduction is given here.

[1] Results of Astronomical Observations, made during the years 1834, 5, 6, 7, 8 at the Cape of good Hope [pag. 136].

[2] Memoirs of the Royal Astronomical Society, Vol. XLIX Part I.

[3] I. Roberts, Photographs of stars, star-clusters, and nebulæ, Vol. II Plate XI.

Fig. 1. Nebula N. G. C. 628; G. C. 372; Messier 74.



There are, moreover, some other objects which, according to their place in the region, occupied by N. G. C. 628, are dubious as to their Globular-Cluster-nature, viz., —

G. C. 68 described as Globular Cluster, vF, cC
G. C. 5224 " " " " , S, R.

These objets, which probably are spiral nebulæ of the same general character as G. C. 372, are excluded from the representation of the Globular Clusters in Plate 1 and marked separately on the second figure of the Plate, which contains all objects excluded.

These few discordances of the descriptions of the N. G. C. from more recent observations are sufficient to point out that a probably considerable number of objects, designed in the catalogue as Globular Clusters, may refer to spiral nebulæ of the known form exhibited by N. G. C. 628. The difficulty in all cases clearly to distinguish the Globular Clusters from other objects expresses itself even by the Herschelian distinctions:

r mottled, *not* resolved;
rr partially resolved, some stars seen;
rrr well resolved; clearly consisting of stars.

Consequently, the two first classes of objects were omitted in the present research, and thus the reproduction in Plate 1 does not contain other objects than those which in the catalogue either are designed as *rrr* or in respect to which the magnitudes of the stars involved are expressely indicated as *st 11*, *st 14—16* and so on. The objects, thus regarded as doubtful, are represented in the additional charts. It is to be seen that most of the Globular Clusters, contained according to the catalogue in the two *Maghellanic Clouds*, belong to this category. In fact, according to HERSCHEL's classification, there are in the *Nubecula minor* 3 Globular Clusters, two of which are uncertain, and in the *Nubecula major* 5 Globular Clusters, 3 of which are

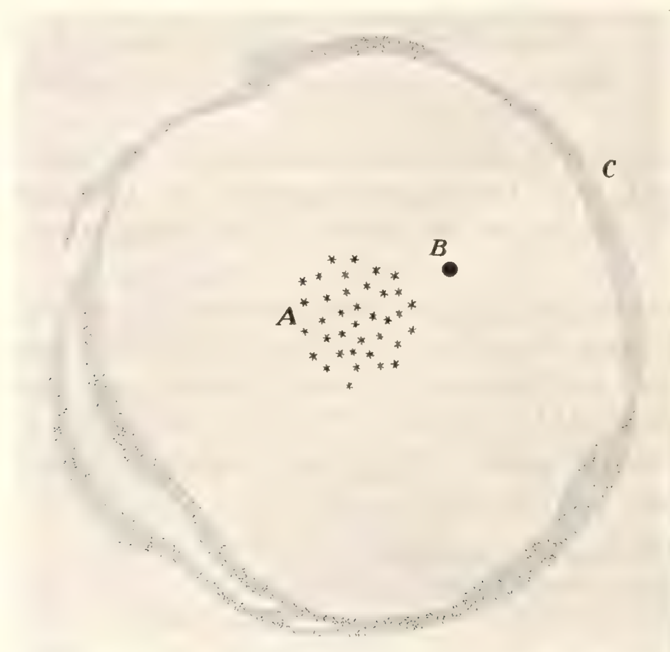
uncertain.[1] After such a classification of the catalogue-material of Globular Clusters, the representation of these objects in Plate 1 may prove to be sufficiently reliable for discussion of the situation of these objects in the *Sidereal System.*

The question how to explain that the Globular Clusters are thus thrown together to one side of the Galactic Circle, the centre of the whole conglomerate coinciding nearly with a point of that circle, can hardly, as it seems, be answered in any other way than by assuming that

The Globular Clusters' System is really situated in the Centre of the Galactic System.

In fact, if this is supposed, one needs only to place the sun with the planetary system somewhat beyond the boundary of the Globular Clusters System in a direction opposite to the apparent place of the centre of the Clusters on the celestial sphere in order to obtain the aspect actually exhibited by the distribution of the Globular Clusters on the heavens.

Fig. 2. *General arrangement of the Galactic System.*



A. Globular Clusters' System;
B. Sun with the planetary system;
C. Milky Way, including the general system of fixed stars, of wich B is the only one represented in the figure.

Thus taking for origo the centre of the Globular Clusters' System the coordinates of the Sun will be

$$\alpha = 5^h 40^m;\ \delta = +35^\circ.0,$$

[1] J. Herschel, Results of Astronomical Observations at the Cape of Good Hope pag. 153 etc, containing the catalogue of objects in the Maghellanic Clouds; Plate X, containing a First Approximation to a Chart of the *Nubecula Major*.

corresponding to a point situated in *Auriga*. The Galactic longitude and latitude of the same point, reckoned from the point of the Galactic circle where the equator of the earth in its motion has its north-ascending node on the Galactic plane, are again:

$$L = 321^\circ 34'$$
$$B = +2\ 56.$$

2. *State of matter in the original body of the Galactic System.*

There is a circumstance able to support the idea of this situation of the Globular Clusters, in the middle of the Galaxy, viz., the *original state* of the body, from which the whole Galactic System may derive its origin. In whatever manner this body otherwise may have been formed, it is very certain that the centre of the body has been overheated compared with the outer parts of it. Consequently, at the time when the matter condensed into the stars,[1] the process at the centre, which took place at a hotter and, on an average, considerably thinner state of the gas than elsewhere in the body, has given rise to dusty condensations dropped into spherical conglomerates, forming what we regard as the Globular Clusters. Farther away from the centre, the gaseous state has had a greater density, and consequently the condensations have here grown larger, forming solid stars of every size. Finally, at the actual boundaries of the system, which may be conceived to have had the shape of a spherical shell or a bubble including matter of exceedingly thin consistency, a physical constitution has prevailed, which by condensation has given rise to the minute white stars now constituting the *Milky Way*. It is of course incorrect to ascribe the variations of state of matter in such a body only to unequal temperature in the common sense of the word. The matter of the original body may rather be conceived to have been in an explosive state, far exceeding in thinness the gaseous state of matter to which we are accustomed. And although this cannot be directly proved, it seems notwithstanding very probable, by considering the luminous state of many of the very bright planetary nebulæ, which appear to be at distances exceeding those of the faintest stars.[2]

At this state of matter, discontinuities of consistency, corresponding in some degree to the passage from fluid to gaseous state, may have occurred, which by condensation have given rise to the various condensed products referred to above.

[1] To confer the investigations of GWILYM OWEN and A. LL. HUGHES on *nucleating temperature*. Philosophical Magazine 1908, ser. 6, Vol. 15 p. 746—761.

[2] Indications of negative parallaxes are at present known for the planetary nebulæ G. C. 1532. [Astr. Nachr. N:o 4240]; G. C. 4964 and N. G. C. 7027 [Astr. Nachr. N:o 4254]. The parallax of the Ring-nebula in Lyra is, accordingly to Newkirk's recent calculations, evanescent.

3. *On spectra of gaseous nebulæ.*

It is obvious that the gaseous nebulæ exhibit examples of such a very exaggerated state of matter, here supposed once to have characterised the body, of which the Galaxy is the present product. At first, the extraordinary brightness of many of them, namely of the »blue nebulæ», shows that the intrinsic luminosity of these bodies far exceeds that of condensed stars at even the highest temperatures. But, furthermore, the known constitution of their spectra plainly exhibits the same thing. In fact, the continuous spectrum, frequently accompanying the gaseous lines in the nebular spectra, seems to be at any rate foreign to the true nebulous state. In the planetary nebulæ G.C. 4234, 4373, 4390, 4628, VOGEL[1] observed the continuous spectrum, more or less weakly developed from about $0^{\mu}.600$ to $0^{\mu}.470$, while, according to the same author, the continuous spectrum is wanting in the planetary nebulæ G.C. 4510, 4532, 4572.

The nebulous lines themselves, of which, according to CAMPBELL, there exist a considerable number,[2] two of which, however, are to be regarded as characteristic, are principally four, viz.

$\lambda_1 = 0^{\mu}.5007$ *first chief nebular line*
$\lambda_2 = 0.4959$ *second* » »
$\lambda_3 = 0.4862$
$\lambda_4 = 0.4341.$

The line $\lambda_3 = 0^{\mu}.4862$ is generally and the line $\lambda_4 = 0^{\mu}.4341$ frequently present in the spectra of gaseous nebulæ. These lines correspond, according to HUGGINS[3] and GOTHARD[4], resp. to the hydrogen lines H_β and H_γ. The first chief line was originally ascribed by HUGGINS[3] to nitrogene. But as the latter is seen to be double, the nebular line being single, the coincidence must be accidental. The second chief line, nearly coinciding on the one side with a barium-line and on the other with an oxygen-line, cannot be indentified with any known substance.[5] It is, moreover, to be noticed that the first of the hydrogen-lines, $\lambda = 0^{\mu}.656 = H_\alpha$ is absolutely absent from the nebulous spectrum. This is also the case with many of the variable stars, as R Andromedæ, V Cassiop., and B Lyræ. According to KEELER[5], the lines of the nebulous spectrum are due to a very high temperature of the nebulous matter. He adds that the first chief nebulous line seems to be absolutely monochromatic, which, in fact, will support the idea of an extremely exaggerated state of matter in the nebulous bodies.

[1] Astron. Nachr. N:o 1864 and N:o 2854.
[2] W. W. CAMPBELL, Spectra of the great nebula in Orion and other wellknown nebulæ. Astronomy and Astrophysics Vol. XIII, 1894 pag. 494.
[3] Philosophical Transactions 1868.
[4] Astronomy and Astrophysics, Vol. XII, 1893, pag. 55.
[5] J. E. KEELER. Spectroscopic observations of Nebulæ, Publications of the Lick Observatory, Vol. III, 1894.

It is at last interesting, in respect to our ideas here proposed, to recall in mind an opinion, expressed by W. HUGGINS,[1] viz., — that the gaseous nebulæ may possibly belong to an order of cosmical bodies, distinct from that represented by the sun and the fixed stars. As I was acquainted with this memoir of HUGGINS after having formed my opionion, referred to above, on the resemblance and the probable identity in general structure of the *Galaxy* and the planetary nebulæ, the hypothesis gains in probability.

4. *Nuclei of Ring Nebulæ.*

The nuclei of most of the Ring Nebulæ as for example the Ring Nebula in *Lyra*, G.C. 4447, have a peculiar spectrum of yellow and green light, in such a degree as to make it necessary considerably to adjust the eyepiece to see the nucleus. According to KEELER[2], there can hardly be any doubt that the central star is actually formed from the nebula by a process of condensation; but it is not merely a brigther portion of the nebula, emitting radiations of the same character as the rest, the nucleus being so nearly approaching to the stellar character that the general distribution of light in its spectrum is that of an ordinary star. According to photographs taken by J. SCHEINER[3] and E. GOTHARD[4], similar centres are shown in the nebulæ G.C. 4628 and G.C. 4964.[4] These facts are in accordance with our conceptions of the original state of the Galactic System and of its having in the centre a particular body of globular clusters, condensed in the singular manner above referred to.

The nuclei of the Ring Nebulæ are, moreover, frequently very slight and faint, compared with the whole of the nebulous body, as even is the case with the Globular Clusters' System compared with the Galactic System on the whole.

5. *Various forms of Planetary Nebulæ.*

The most conspicuous of the planetary nebulæ is the Ring Nebula G.C. 4447 in *Lyra*. The adjoined reproduction of this nebula, Plate 5 N:o 5, shows the nebula in the form, ascribed to it by the late Miss CLERKE and others, as exhibiting rather an open than a closed ring, similar to the typographic sign of a big parenthesis, with a slight nucleus in the middle. An even more striking example of ring nebula is offered by the pale planetary nebula G.C. 2343, which is of considerable size. The adjoined photograph of this nebula, Plate 5 N:o 1, shows the nebula to be nearly of the same

[1] S. HUGGINS, On the spectra of some of the nebulæ. Proceedings of the Royal Society, Vol. 156: 1, 1866, pag. 392.

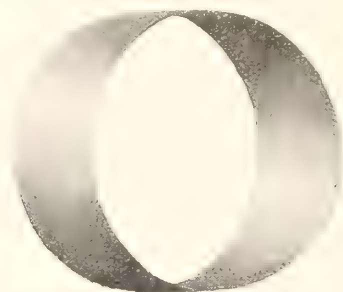
[2] KEELER, On the central star of the Ring Nebula in Lyra. Astr. Nachr. N:o 3111.

[3] J. SCHEINER, Über die planetarischen Nebel h 2098 [G.C. 4628] und h 2241 [G.C. 4964] Astr. Nachr. N:o 3086.

[4] E. GOTHARD, Photographische Aufnahmen Astr. Nachr. Vol. 115 pag. 221.

form as G. C. 4447. But the actual form of the nebulous body is here even more obvious than in the former case. One may construct a model of these nebulæ, by forming of a slip of paper a cylindrical ring, which, when seen obliquely, almost exactly offers their general appearence.

Fig. 3. *Model of Ring Nebula.*



It can hardly be doubted that this also is nearly the actual form of the ring nebulæ G. C. 4447 and G. C. 2343 and of other Planetary Nebulæ, which thus chiefly consist of a hollow and almost cylindrical shell, the cavity of which contains nebulous matter of thinner consistency, being moreover condensed at the centre to the nucleus there visible.[1] The fig. 3 shows the projection of a model of Ring Nebula.

There is, as far as is known, but a single instance of a nebula, fit to explain this singular and typical form of ring nebulæ, viz., the Dumbbell-Nebula G. C. 4532, a reproduction of which in Plate 4 N:o 1 shows the features of this body very plainly. If it is supposed that this nebula is carried to its actual form from a hollow spherical shell, which is broken down at its poles, it becomes at once obvious that the nebula, if seen in the direction of its polar axis, would exhibit the general form of a ring nebula. As the process once is carried further, the remaining shell will gradually be reduced to an equatorial zone, more approaching to the cylindrical form described above.

While the nuclei of the ring nebulæ are very small, and the inner parts of these nebulæ are very diluted, as to make the impression of vacuity, the *closed planetary nebulæ* have generally a circular and comparatively big centre, of great luminosity, surrounded by a stratum of atmospheric appearance, which in various instances is more or less extended. Such nebulæ are G. C. 4514, G. C. 4234. In some cases, the atmosphere is too insignificant to be marked at all, such nebulæ forming a transition to *nebulous stars*,[2] some of which, on the other hand, present atmospheric appen-

[1] J. HERSCHEL in his Outlines Ed. 1851, pag. 604, says about the Nebula G. C. 2343 [$\alpha = 11^h\ 4^m$; $p = 34°\ 4'$]: »The light of this stupendous globe is perfectly equable (except just at the edge, where it is slightly softened) and of considerable brightness. Such an appearence would not be presented by a globular space uniformely filled with stars or luminous matter, which structure would necessary give rise to an apparent increase of brightness towards the centre in proportion to the thickness traversed by visual ray. We might, therefore, be induced to conclude its real constitution to be either that of a hollow spherical shell or of a flat disc.»

[2] A possible connection of planetary nebulæ with nebulous stars is pointed out by. W. HERSCHEL in the Philosophical Transactions, Vol. 20, 1802 pag. 501, 502.

dices in the form of lateral jets of nebulosity as for example the nebula G. C. 1532, Plate 4 N:o 7. In order to explain these closed forms of planetary nebulæ as products of exaggerated matter, originally contained in a superficial hide or shell, as above mentionned, it is to be supposed that the evolution of such nebulæ is far more advanced than in the case of the proper ring nebulæ. Thus, in some cases, the ring itself proves to be condensed to a more cloudy form of a striking resemblance to a *Via Lactea.*[1] But in most cases, even such a remainder of the primitive shell has vanished, either by gathering to an atmosphere around the general centre of the nebula as in G. C. 4234 and G. C. 4514 or in giving off so much of its light as to be quite invisible. In fact, the prolonged exposure of some objects of this kind, extended for example to 4 hours for G. C. 1532, does not bring out any trace of atmosphere or *Via Lactea.*

It is to be noted, that these closed nebulæ are generally very bright, with a colour of blue, verging upon green.

A most interesting form of planetary nebula is exhibited by the above mentioned G. C. 3258, Plate 5 N:o 3. This nebula has a big central nucleus, the atmosphere of which proves to be separated from the nucleus, forming around the centre a cloudy peripheric ring, irregularly deformed and broken as to have the appearence of a Milky Way, surrounding the central body of the nebula.

6. *The distribution of stars in the Galactic System.*

In the Vol. 31, 1817 of the Philosophical Transactions, in the *Concluding remarks (p. 330) to Astronomical observations and experiments tending to investigate the local arrangement of the celestial bodies in space and to determine the extent and condition of the Milky Way,* W. HERSCHEL expresses as his opinion that »What has been said of the extent and condition of the milky way in the several papers on the construction of the heavens, with the addition of the observations, contained in his attempt to give a more correct idea of its profundity in space, will nearly contain all the general knowledge we can ever have of this magnificent collection of stars». The results, referred to with these words, and the proceeding of research are well known. The instrument employed was the 20-feet reflector of 19 inches aperture. H. selected a pretty broad stripe crossing the milky way at right angles and counted the numbers of stars in 3400 fields of view belonging to the stripe at six different zones, the total number of stars of the heavens, thus estimated, amounting to 20 millions, of which 18 millions in the Milky Way itself. In the same manner, J. HERSCHEL counted 2299 fields of view of the southern hemisphere. It was concluded from these gauges that the stars, if supposed uniformely distributed, are arranged together in a body, the boundaries of which form a lens, whose greatest and smallest dimensions have the ratio of 5.5 to 1. In the further progress of his researches (Memoir

[1] G. C. 3258, Plate 5 N:o 3, is an example of this kind.

1802) HERSCHEL delivers himself from this somewhat starry idea, and expresses the opinion that the Milky Way is made up of stars, which are otherwise scattered than the stars in our vicinity. And in the memoir of 1811, it is expressely pointed out that the assumption of uniform distribution of the stars is to be given up for the Milky Way and for the star groups.

After HERSCHEL, the most complete inquiry of the distribution of stars is due to SEELIGER, by his recent researches, based on the »Durchmusterung» of stars by ARGELANDER and SCHÖNFELD (magnitudes 1—9), the CELORIA stars, comprising inclusive the 11.5 magnitude, and finally the Herschelian gauges as completed by HOLDEN u. The researches of SEELIGER can be summed up as follows. The ARGELANDER SCHÖNFELD stars are divided into seven classes, namely:

Class	Magnitudes
1	1.0 to 6.5
2	6.6 » 7.0
3	7.1 » 7.5
4	7.6 8.0
5	8.1 » 8.5
6	8.6 » 9.0
7	9.1 » 9.5

For every class, the number of stars in every quadrangle of a reticule, disposed after equal differences of right ascension and declination, is summed up. Hence it is easy to evaluate the density of stars per square degree in the different quadrangles of the sphere. These numbers, arranged in a table with double entrance, constitute the material, suitable for the inquiry. S. divides, furthermore, the celestial sphere into zones, parallel to the Milky Way, each 20° in breadth. Thus one gets nine zones, of which the ninth, comprising the south pole, is still left out of account. The fifth zone comprises the Milky Way. There is no difficulty to confine, within lines drawn in the tables, the numbers corresponding to every Galactic zone. The concentration of stars of all seven classes to the plane of the Milky Way is thus plainly shown. If the density of the fifth zone is taken for unity, the average density for the star classes 1—7 is got up as follows:

Zone	Stars density
1	0.35
2	0.36
3	0.45
4	0.68
5	1.00
6	0.77
7	0.47
8	0.41
9	—

Hence

$$\delta = \frac{\text{polar density}}{\text{equatorial density}} = \frac{1}{3}$$

and consequently[1]

$$\alpha = \frac{\text{polar axis}}{\text{equatorial axis}} = \sqrt[3]{\delta} = \frac{2}{3}$$

In order to investigate any inequality of distribution for the different magnitude classes, the *gradient* (variation of density) for every class is computed. This number exhibits a somewhat greater condensation for the fainter stars than for the brigther ones. According to the charts constructed by Stratonoff,[2] on similar principles, this condensation becomes more conspicuous only from the magnitudes 7.6—8.0.

In a following memoir [Abh. d. K. Bayerischen Akademie d. Wissenschaften 1899], the researches of Seeliger are continued with more particulars. The general assumption, according to which the stars are, on an average, equally luminous and equidistant, is shown to agree very nearly with the actual distribution of stars, the stars up to the

n^{th} magnitude

being approximately *four* times as numerous as the stars up to the

$n-1^{th}$ magnitude.

A sligth discordance from this general law is, however, so far marked, as *the number of stars from the sixth to the ninth magnitude increases somewhat more slowly than according to the general law just quoted.* Hence the actual density of stars diminishes towards the boundaries of the stars' system. Furthermore *the increase in number of stars with increasing index of magnitude proves to be greater, the nearer the considered region of the heavens comes to the Milky Way.*

The examination of stars up to the $11^1/_2$ magnitude, carried out for the interval between 0° and 6° Declination by *Celoria* at the Milano Observatory, exhibits the fact that those stars behave in respect to the Milky Way in the same manner as the stars of the first magnitudes [$1^m_.0$ to $9^m_.0$]. These Celoria-stars are of the greatest interest in constituting a passage from the Argelander-stars to the Herschelian stars. S. takes up in his researches also the last mentioned stars, comprising 683 fields of view, supplied with 405 fields not made known by H. and lately published by E. Holden. According to the photometric scale these stars extend to the 13th and 14th magnitude. The behaviour of these stars seems to be a very different. While the Celoria-stars are disposed approximately in proportion to the Argelander-stars, the proportion of density, for the Herschelian stars, varies from 33 at the pole of the Galaxy to 274 in the Milky Way. *The number of the faintest stars increases also in*

[1] According to Herschel is $\alpha = \frac{2}{11}$.

[2] W. Stratonoff. Publications de l'observatoire astronomique et physique de Tachkent N:o 2, 3.

the regions far from the Milky Way very slowly and considerably less than for the brigther stars. But in the Milky Way the increase in number for the Herschelian stars seems, according to S., to be less — and is surely not greater — than would be the case, if the Herschelian stars were distributed according to the law holding for the stars up to the $11\,{}^{1}/_{2}$ magnitude. From the whole inquiry, S. concludes that the Milky Way cannot be an independent phenomenon, but must cohere with the constitution of the stars system on the whole.

It may, however, be pointed out that the Milky Way, considered as a portion of the general system of the stars, may nevertheless be of a comparatively singular structure and almost separated from the system of the brighter stars. Further examination fully proves that the Argelander-stars fail to show anything corresponding to the varieties of density exhibited in the peculiar structure of the Milky Way.

Taking into account these several researches, the general result may conveniently be thus expressed.[1]

»If we should remove from the sky all the local aggregations of stars and also the entire collection which forms the clouds of the Milky Way, we should have left a scattered collection constantly increasing in density toward the Galactic belt. It does not yet seem possible to decide whether the agglomerations of the Milky Way lie on the boundary of the universe or not.

By treating more recent material, mainly containing star gauges by PICKERING, PARKHURST, HAGEN, and DE SITTER, added to the Herschelian gauges and the Carte du Ciel plates hitherto published, KAPTEYN has proceeded to investigate the distribution of stars even up to the 16th magnitude. The result arrived at is that of a symmetrical distribution of stars in respect to the Galactic circle, confined in the formula[2]

$$\log N = g\left[\frac{1}{\sqrt{\pi}}\int^{k} e^{-x^{2}}\, d\,x - c\right].$$

in which

N = number of stars of magnitude m and brighter per square degree, in Galactic latitude C; g, k, c being constants, which are pure functions of the Galactic latitude, for instance:

$$k = 0.0460 - 0.0162 \operatorname{Cos} 2\,C.$$

As this value of k is very small, the formula shows that very nearly:

$$\frac{N}{N_0} = h^{m}$$

[1] S. Newcomb, The stars, London 1902, pag. 276, 320.
[2] The Observatory, Vol. XXXI, N:o 393, pag. 74.

where m is the highest magnitude considered, N_0 and h being functions of the latitude — approximately:

$$h = 4.$$

Other papers on the distribution of stars are:

A. M. Clerke. The distribution of stars, Astronomy and Astrophysics 12: 1893 pag. 515;

T. W. Backhouse, The Sidereal Universe, referred to in the Monthly Notices of the Royal Astronomical Society Vol. L pag. 374;

R. A. Proctor, Statement of views respecting the Sidereal Universe, Monthly Notices Vol. XXXIII, pag. 539;

J. Herschel, On the law of distribution of nebulæ and clusters of stars over the surface of the heavens. Results of astronomical observations, made at the Cape of Good Hope, pag. 133.

7. *Distribution of Spiral Nebulæ.*

The attention to a certain law of distribution of the nebulæ was raised by J. Herschel with a statistic inquiry, by which he succeeded in pointing out two vast dominions of nebulæ, each surrounding the poles of the Galaxy. This numerical statement, which, according to Herschel, must be considered as the expression of a real law of nature, was furthermore left unexplained.

The next one to take up the question of the distribution of nebulæ was Cleveland Abbe.[1] His researches refer to the distribution of different classes of celestial objects, viz, — 1) Clusters, 2) Globular Clusters, principally condensed in the Milky Way, 3) »resolvable nebulæ», of which merely 12 of 397 are in the Milky Way, 4) unresolvable nebulæ of which only 64 of 4053 are situated in the Milky Way. The conclusions are confined in the following suggestions:

1. The Clusters are members of the *Via Lactea* and are nearer to us than the average of its faint stars.

2. The Nebulæ resolved and unresolved lie, in general, outside the *Via Lactea*, which therefore is essentially stellar.

3. The Visible Universe is composed of systems, of which the *Via Lactea*, the two *Nubeculæ* and the *Nebulæ* are the individuals.

The author conceives the paucity of nebulæ in the immediate neighbourhood of the *Via Lactea* to be partially due to the comparative glare of the intervening multitude of stars; but their persistent paucity, when the limits of that band are supposed greatly increased (to $^8/_{36}$ of the entire celestial surface) implies, according to him, that the Nebulæ are actually either fainter or scarcer in the neighbourhood of that plane, or that the visible universe is less extended in that direction. Cleveland Abbe gives also a statistic of planetary nebulæ, which he finds follow almost the law of distribution for the Clusters. In accordance with his previous views, the planetary nebulæ may be classed with the clusters as regards their arrangement and distance from us, and are to be considered as gaseous globes belonging to the Via Lactea. Yet this later conviction may be subjected to some doubt, as a more particular discussion of the distribution of the *Planetary Nebulæ* comes up to prove.

[1] On the distribution of the nebulæ in space. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Vol. XXVII, 1867 pag. 257.

A more complete account of the distribution of the Nebulæ is given by PROCTOR[1] in the form of isographic projection charts, showing the concentration of these bodies into two great systems more clearly than a merely numerical table is able to do. The four pairs of maps are laid down from the table prepared by CLEVELAND ABBE. The author points out a somewhat stratified aspect of the northern group of nebulæ, which permits to understand the conception of W. HERSCHEL that the nebulæ might be arranged in a zone, somewhat resembling the Milky Way, but nearly at right angles to it. On closer inspection, he recognizes a certain streamy character of the groups in both hemispheres. The pair of maps, numbered III, is especially fit to bring out the great vacant zone, along the Milky Way, for the nebulæ, which, according to the author, is to be considered as the most significant of all the features, presented by the nebular system. This and the further considerations of the author are closely related to the researches of CLEVELAND ABBE in his memoir just quoted. The assertion of Proctor with regard to his pair of charts, numbered IV, containing the stellar system together with the nebular scheme, that the lucid stars show a tendency of clustering at the same points, where condensations of nebulæ are prevailing, rests open to question. According to PROCTOR, the vacancies of nebulæ in places of the heavens outside the Galaxy are marked by absence of bright stars.

These valuable researches of PROCTOR induced a new investigation of the matter by SIDNEY WATERS.[2] The charts constructed by this author contain all the objects recorded in J. HERSCHEL'S general catalogue of 1864. They are very beautifully laid down and show plainly the mutual distribution of clusters and nebulæ.

As a complement to the charts of the Globular Clusters, the present memoir contains also three pairs of maps, showing the distribution of the spiral nebulæ[3] in two vast dominions arround the poles of the Milky Way. The maps are confined to the nebulæ designed in the *New General Catalogue* as bright B or very bright, vB. The three pairs of charts contain, respectively, the nebulæ designed as 1) round R, 2) extended or little extended E or lE, 3) very extended or exceedingly extended vE or eE. In every case the concentrations referred to are clearly visible, the dominions of the round nebulæ being the most vast and the very extended nebulæ being most constricted towards the poles of the Milky Way.

The mutual relation of the Milky Way and the dominions of the spiral nebulæ seemed to me, for long a time, to be the most wonderful enigma of the heavens, until the probable explanation of this behaviour revealed itself at a closer examination of the structure of the Milky Way. It is in fact impossible, by regarding the peculiar structure of the body of the Milky Way, to join in the spiral theory, attempted by some astronomers, and not to acknowledge its substantially circular form. The prin-

[1] R. A. Proctor, Distribution of the Nebulæ. Monthly Notices of The Royal Astronomical Society. Vol. XXIX, 1869 pag. 337.

[2] The distribution of Clusters and Nebulæ, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Vol. XXXIII, 1873, pag. 558.

[3] A typical example of these nebulæ is for convenience reproduced in Plate 6 N:o 7.

cipal rifts or ramifications of the Milky Way seem, at a closer examination, not to be understood otherwise than as real rifts in an originally integral body of gaseous matter, thoroughly as rifts arise, owing to stresses, in the common atmospheric clouds. The strain which once produced the great ramification of the Milky Way must, on these hypothesis, have been directed vertically to both sides of the great circle of the Milky Way, and it becomes thus at once very probable that its cause is to be searched for in the breaking down at its poles of a great spheroidical shell of matter, which originally formed the body of the Galaxy. In fact, of the mechanical consequences of such a transformation are to be noted: possible rifts in the remaining equatorial regions on account of loss of continuity along certain lines of least density; furthermore obstructed parts of the polar regions, which may have resulted in the groups of spiral nebulæ[1], at present observed arround the poles of the Galaxy. It is very clear, indeed, that the matter in such a shell should possess a higher degree of conservative coherence at its equator than at its poles, where no supporting force balances the gravity, as soon as the inner substance of the body begins to condense into clustering parts. Analogies to the supposed diversity of matter at the poles and at the equator of such a shell are furnished by the wellknown features of solar rotation at the Sun's equator and at its poles.

The hypothesis, thus formed on the original state of the Galaxy, receives an important support by the actual view according to which some of the planetary nebulæ may be bodies whose substantial state is that of a luminous shell of matter. According to my opinion, the breaking down at the poles of the nebulæ has in most cases taken place, leaving as a fragment a substantially cylindrical equatorial ring, the products, supposed to exist at the poles, being invisible on account of their comparatively faint luminosity. A striking example of this fact is afforded by the *Dumbbell Nebula G. C. 4532*, in which the process of breaking down at the poles seems to be actually going on.

8. *Distribution of planetary nebulæ.*

One finds sometimes the assertion that the planetary nebulæ are situated in the Milky Way or near it. This view is for instance expressed by CLEVELAND ABBE. In his memoir, referred to above, he asserts that the planetary nebulæ may be classed with the Clusters as regards their arrangement and distance from us, and are to be considered as the gaseous globes belonging to our Via Lactea. PROCTOR does not partake of this view, for in his study, referred to above, he only maintains that the irregular gaseous nebulæ are all on or close to the Milky Way, except one etc. Even WATERS expresses himself on the subject in a somewhat undecided manner, in observing that the complete segregation of all the nebulæ (the gaseous nebulæ excepted)

[1] The recent determination of the parallax of the Andromeda-nebula [Astron. iaktt. och unders. Bd 8 N:o 4] affords an additional proof of the connexion of spiral nebulæ with the stars system.

from the Galactic zone is equally remarkable as the aggregation of clusters in the neigbourhood of the Galaxy. Sir WILLIAM HUGGINS' view with regard to the planetary nebulæ was referred to above and contains nothing as tho their distribution. In several popular works the assertion of the distribution of the planetary nebulæ along the Milky Way is repeated.

Such a close distribution along the Milky Way would meanwhile prove to be contradictory to our hypothesis that the *Galaxy* and the *Planetary Nebulæ* are to be regarded as coordinated celestial objects. It became, therefore, important to take up the question of the distribution of the planetary nebulæ again. The charts thus constructed [Plate 3], involving all the planetary nebulæ of the New General Catalogue, afford, indeed, no indication of an exclusive concentration of these bodies to the Milky Way. They show rather a somewhat *uniform distribution* of the planetary nebulæ over the celestial sphere. By excluding the objects designed by H. as questionable, a slight tendency to gathering in respect to the Milky Way seems nevertheless to become prevailing.

In this respect, it is further to be remarked that the nebulæ, denoted *planetary and stellar* in DREYER'S catalogue, are excluded from our statistics. It should furthermore be noted that the classification of the planetary nebulæ in HERSCHEL'S *General Catalogue* may be somewhat uncertain. I have, however, hitherto found no one object that seems to have been erroneously classed by Herschel as a planetary nebula. Thus the distribution of the planetary nebulæ seems rather to be in favour of our hypothesis on the relations of these bodies to our Galaxy than against it.

9. *On stellar nebulæ.*

It is obvious that most of the stellar nebulæ are small planetary nebulæ. It is, however, impossible to associate these objects with the statistics of the planetary nebulæ, because they have not been investigated in a systematic manner. Most of these not very numerous objects have been found by R. COPELAND[1] and by E. C. PICKERING[2] and are tested spectroscopically as gaseous bodies. COPELAND announces a few such objects, found in May and April 1883. In a short note, he adds five objects found by a number of sweeps over the heavens in the richer part of the Milky Way about Cygnus.

PICKERING enumerates, in a short note, 11 stellar nebulæ between $18^h 25^m$ and $19^h 29^m$ of Right Ascension. The objects were discovered during an extensive examination of the stars with the aid of a direct vision prisme. They are mostly undi-

[1] R. Copeland, An account of some recent astronomical experiments at high elevations i the Andes. Copernicus Vol. III pag. 206.

R. Copeland, Spectroscopic observations, made at the Earl of Crawfords Observatory, Dun Echt. Aberdeen, Monthly Notices, Vol. XLV pag. 90, 91.

[2] E. C. Pickering, Small planetary nebulæ, discovered at the Haward College observatory, The Observatory 1882, pag. 294, 295.

stinguishable from stars, when the prisme is removed from the eyepiece, but a few of them have small discs. He points out that »the regions examined have been selected with the view of affording a fair means of learning something with regard to the distribution of these objects in the sky, and that it is remarkable that all those which have been found occur in or near the Milky Way.» He adds that »this was previously known to be the case with the larger planetary nebulæ, having gaseous spectra» No further account as to the extent of the researches is given.

10. On the Wolf-Rayet stars.

These stars, having peculiar spectra, are of all celestial objects those which show the most decided concentration to the Milky Way. Indeed, of 55 known objects of this category all are situated within 9° to both sides of the Galactic circle. The distribution shows, according to W. W. CAMPBELL[1], two maxima at about 60° and about 246° of Galactic longitude, a fact which, to some degree, reminds of the distribution of sunspots on two opposite sides of the Sun's equator. These features are, however, not decisive for the planetary nebulæ, though a resemblance of the spectra was pointed out by PICKERING. Later CAMPBELL contradicts (l. c.) this similitude of spectra, remarking (pag. 475) that »in conclusion the spectra of the Wolf-Rayet stars are not closely related to any other known type».

11. On large gaseous nebulæ in the Milky Way.

Though the planetary nebulæ are not generally members of the Milky Way, there exist in it or in its neighbourhood, other gaseous nebulæ of great extent. Such nebulæ are: the Orion Nebula; the great nebula G. C. 4616 in Cygnus, Roberts II, plate 21;[2] N. G. C. 281 Cassiop., Roberts II, plate 22; N. G. C. 1499 Persei, Roberts II, plate 22; M 16 Clypei, Roberts II, plate 23; Neb. 37 Cygni, Roberts II plate 24; Neb. 74 Cephei, Roberts II, plate 24; Nebulæ in the Pleiades; G. C. 600 Ceti, Roberts I plate 10, and others. These nebulæ are well to be distinguished from the planetary nebulæ.

12. Concluding facts and hypotheses.

1. The *Planetary Nebulæ* consist originally of rotating luminous shells filled with very thin matter. In the course of their evolution, the shells break down at their poles, forming apparent *Ring Nebulæ,* with mostly distinguishable *Nuclei.* — At a further stage of development, a big, bright, and extended centre sometimes arises,

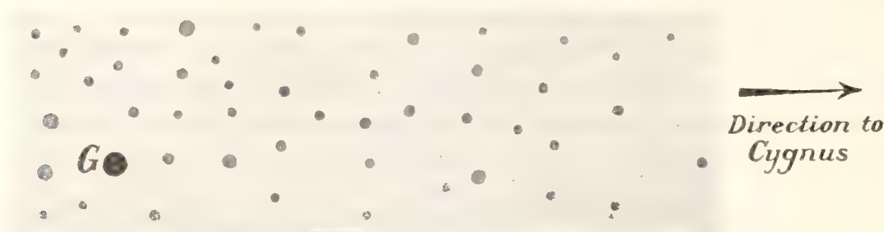
[1] The Wolf-Rayet stars, Astronomy and Astrophysics Vol. 13, 1894, pag. 450.
[2] Isaac Roberts, Photographs of nebulæ and clusters of stars, Vol. I, II, London 1893, 1899.

surrounded by fainter nebulosity of atmospheric appearance. This is the case of the *Closed nebulæ.* Some of these objects are referred to as »blue nebulæ» other as »pale nebulæ».

2. The *Galactic System* is supposed to have been such a planetary nebula, which in the manner above described has broken down at its poles, being at present at a pretty advanced stage of a Ring Nebula. The centre of the System is pointed out by a *Nucleus* consisting of the assemblage of the *Globular Clusters.* The *Spiral Nebulæ* around its poles are to be considered as the products of the broken parts of the shell, while the *Milky Way* again is derived from its equatorial belt. Therein exist at present certain *irregular gaseous nebulæ* of great extent, due to latter collisions and frictions, by which the original state of matter, once characteristic of the ring nebula, have been revived.

3. The *Planetary Nebulæ* are considered as the individuals of a stratum — as it were a shoal of worlds — of even considerable breadth and thickness.

Fig. 4. *Stratum of Planetary Nebulæ.*



By placing the Galaxy at G near the head of the stratum and somewhat to the side, one accounts easily for the particulars of spherical distribution of these objects; especially for the abundance of bright planetary nebulæ and stellar nebulæ in the regions about *Cygnus*, and for a still existing sligth tendency to concentration of these nebulæ in respect to the Milky Way.

List of Objects. Plate 4.

Object	Right Ascension, 1900.0	Annual Precess.	Declination 1900.0	Annual Precess.	Description.
G. C. 4532	$19^h 55^m 17^s$	+ $2^s.59$	+ 22° 26'.8	+ 9''.6	»Dumbbell Nebula», Messier 27, *according to Herschel* »very bright, very large, binuclear, irregularly extended.» The appearence of the nebula is the generally known, with the polar nebulosities well marked.
N.G.C.7026	21 2 55	+ 2.06	+ 47 26.7	+ 14.3	Discovered by Burnham 1873 (Monthly Notices 52 p. 45), »pretty bright, binuclear, planetary.» The original plate shows the nebula to be binuclar and probably of the Dumbbell Nebula type with large polar nebulosities). No other nebula of this type is known.
N. G. C. 7026	»	»	»	»	Reproduction of the same object on a smaller scale.
G. C. 298	1 11 21	+ 3.17	+ 12 23.4	+ 18.9	»Faint, large, little extended, very gradually little brighter in the middle.» The appearance of the nebula is almost that of a spiral-nebula.
G. C. 801	3 58 23	+ 5.11	+ 60 39.0	+ 10.3	»Planetary, pretty bright, pretty small, very little extended, 1' diam.» A very regular ring-nebula.
G. C. 1225	5 36 37	+ 3.28	+ 9 2.0	+ 2.1	»Planetary, pretty bright, very small, very little extended.» Small, little extended nebula, almost uniform with defined border. The original plate shows it to be a dense regular ring nebula with a minute nucleus, seen projected on the side.
G. C. 1532	7 23 15	+ 3.56	+ 21 7.0	— 7.0	»Bright, small, round; star 9 m in the middle.» Very bright central body, with a lateral jet of nebulousity.
G. C. 1546	7 30 21	+ 3.95	+ 35 26.5	— 7.6	»Pretty bright, considerably small, very gradually very little brighter in the middle, resolvable, almost planetary.» From three plates this object appears to be a partly visible ring-nebula. The visible part is little deformed, and surrounded by fainter and irregular nebulosities. A pretty large nucleus is perceivable.
G. C. 2158	10 32 33	+ 3.77	+ 54 1.3	— 18.6	»Considerably bright, pretty large, round, very gradually, very suddenly much brighter in the middle, nucleus 15''.» Bright centre, from which a curved wisp issues. Faint stripes of nebulosity surround the brighter part of the nebula. The centre proves to be *trifide*.

List of objects. Plate 5.

Object	Right Ascension 1900.0	Annual Precess.	Declination 1900.0	Annual Precess.	Description
G. C. 2343	11ʰ 9ᵐ 0ˢ	+ 3ˢ.51	+ 55° 33′.7	— 19″.5	»Planetary, very bright, very large, round, very gradually, very suddenly brighter in the middle.» Cylindric ring-nebula.
G. C. 2620	11 51 16	+ 3.17	+ 55 40.9	— 20.0	»Bright, pretty large, round, gradually, suddenly brighter in the middle, disc.» The object is obviously a ring nebula. Only a single plate is available.
G. C. 3258	12 46 11	+ 2.84	+ 41 39.9	— 19.7	»Very bright, large, irregularly round, very suddenly very much brighter in the middle, bright nucleus, resolvable.» Bright peripheric nebula surrounds a pretty big nucleus. The object is perhaps the brightest nebula of the northern sky,
G. C. 4234	16 40 18	+ 2.51	+ 23 59.2	6.9	»Planetary, very bright, very small, round, disc & border.» Closed nebula. Disc and border clearly seen. Type G. C. 4514.
G. C. 4447	18 49 52	+ 2.23	+ 32 54.3	+ 4.3	»Ring nebula, bright, pretty large, considerably extended (in Lyra).» Cylindric form, Nucleus and atmospheric appendices well marked.
G. C. 4487	19 13 35	+ 2.93	+ 6 21.3	+ 6.3	»Planetary, faint, large, round, very suddenly brighter in the middle.» Ring nebula of type G. C. 2343. There are perhaps, to the northern side, remainders of polar matter.
G. C. 4514	19 42 7	+ 1.62	+ 50 16.9	+ 8.6	»Planetary, bright, pretty large, round, star 11 m in the middle.» Closed nebula. Disc and border plainly shown.
G. C. 4565	20 12 22	+ 2.42	+ 30 15.5	+ 10.9	»Ring nebula, faint, small, very little extended.» Roberts II, plate 19 N:o 4. Faint, very perspicuous ring nebula, with nucleus. Small star on the northern part of the ring.
G. C. 4572	20 17 56	+ 2.68	+ 19 47.1	+ 11.3	»Planetary, bright, pretty small, round.» Ring nebula, pale, of great photographic intensity. A pretty bright star within the image of the nebula.

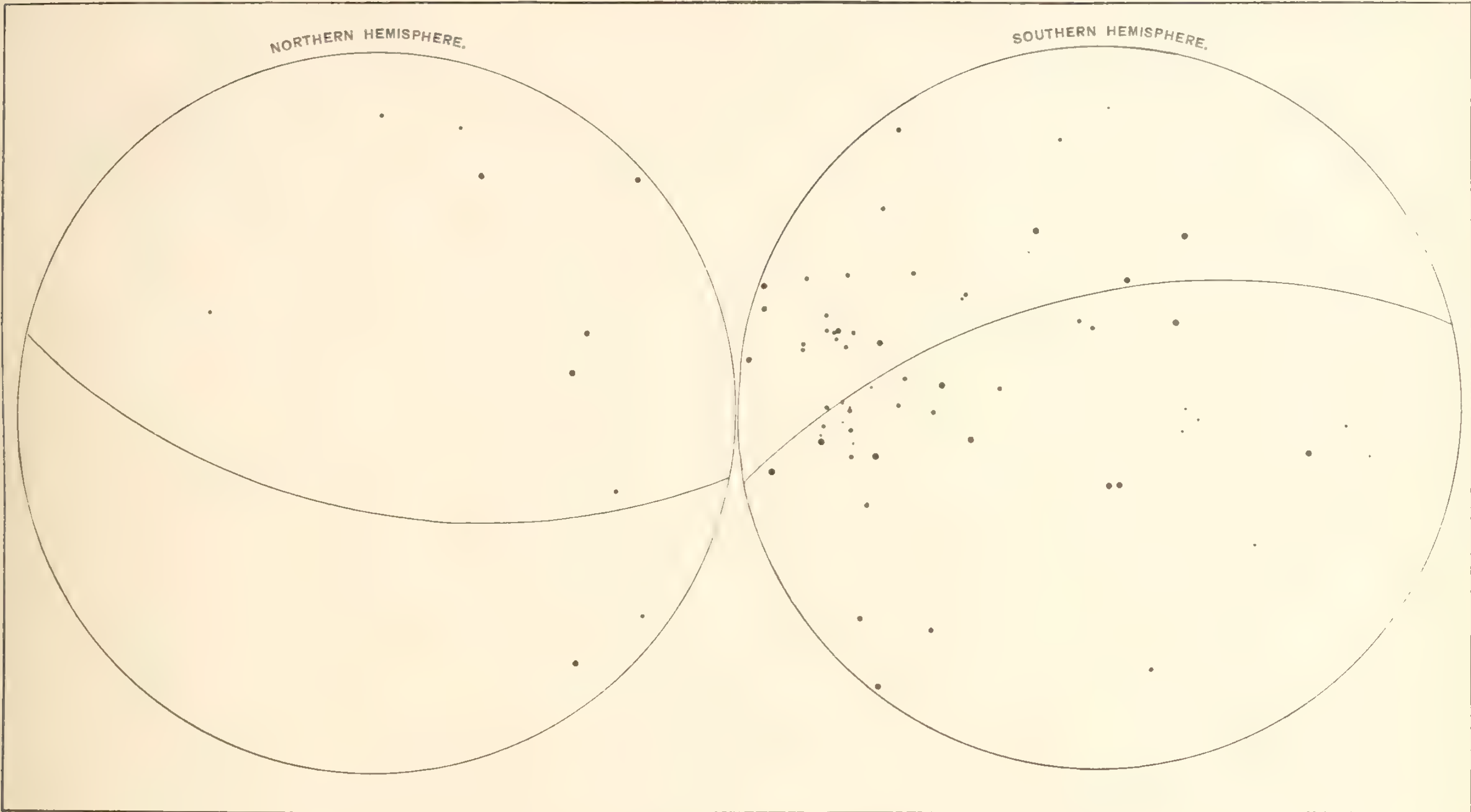
List of objects. Plate 6.

Object	Right Ascension 1900.0	Annual Precess.	Declination 1900.0	Annual Precess.	Description
G. C. 4827	$22^{h}\ 36^{m}\ 37^{s}$	+ 2.22	+ 60° 45′.8	+ 18″.7	»Planetary, bright, small, round, pretty gradually very little brighter in the middle.» Pretty distinct ring nebula, reminds of G. C. 2620. The reproduction fails to bring out the appearance of the original plate.
G. C. 4971	23 23 34	+ 2.99	+ 21 52.2	+ 19.8	»Very faint, pretty large, very little extended, little brighter in the middle.» Appears to be a spiral nebula. Reminds of G. C. 298.
G. C. 527	2 16 15	+ 3.74	+ 41 53.6	+ 16.7	»Brigth, very large, very much extended 22°.» This object proves to be a second species of planetary nebula, to which many of the very extended nebulæ may belong. The real shape of it is perhaps that of a hollow lens whose polar regions are very much denser than the equatorial ones.
G. C. 1267	5 41 37	+ 3.07	+ 0 0.8	+ 1.6	»Bright, large, wisp, gradually much brighter nucleus, 3 stars involved.» Second Orion Nebula.
G. C. 1267 & 5356	5 41 25	»	− 0 2.2	»	Idem with attended nebula.
G. C. 1157	5 28 30	+ 3.60	+ 21 56.9	+ 2.9	»Very bright, very large, extended 135°.» Seems to be a spiral nebula of second species, helicoidally shifted in the direction of the original axis of the nebula. Two distorted branches are visible, one of which is pretty faint.
G. C. 1949	9 47 19	+ 5.07	+ 69 32.2	— 16.7	»Exceedingly bright, exceedingly large, extended 156°.» Spiral Nebula of the first species.
G. C. 4670	21 25 9	+ 2.90	+ 11 43.7	+ 15.6	Example of Globular Cluster.
G. C. 4447	18 49 52	+ 2.23	+ 32 54.3	+ 4.3	Ring nebula in *Lyra* enlarged.

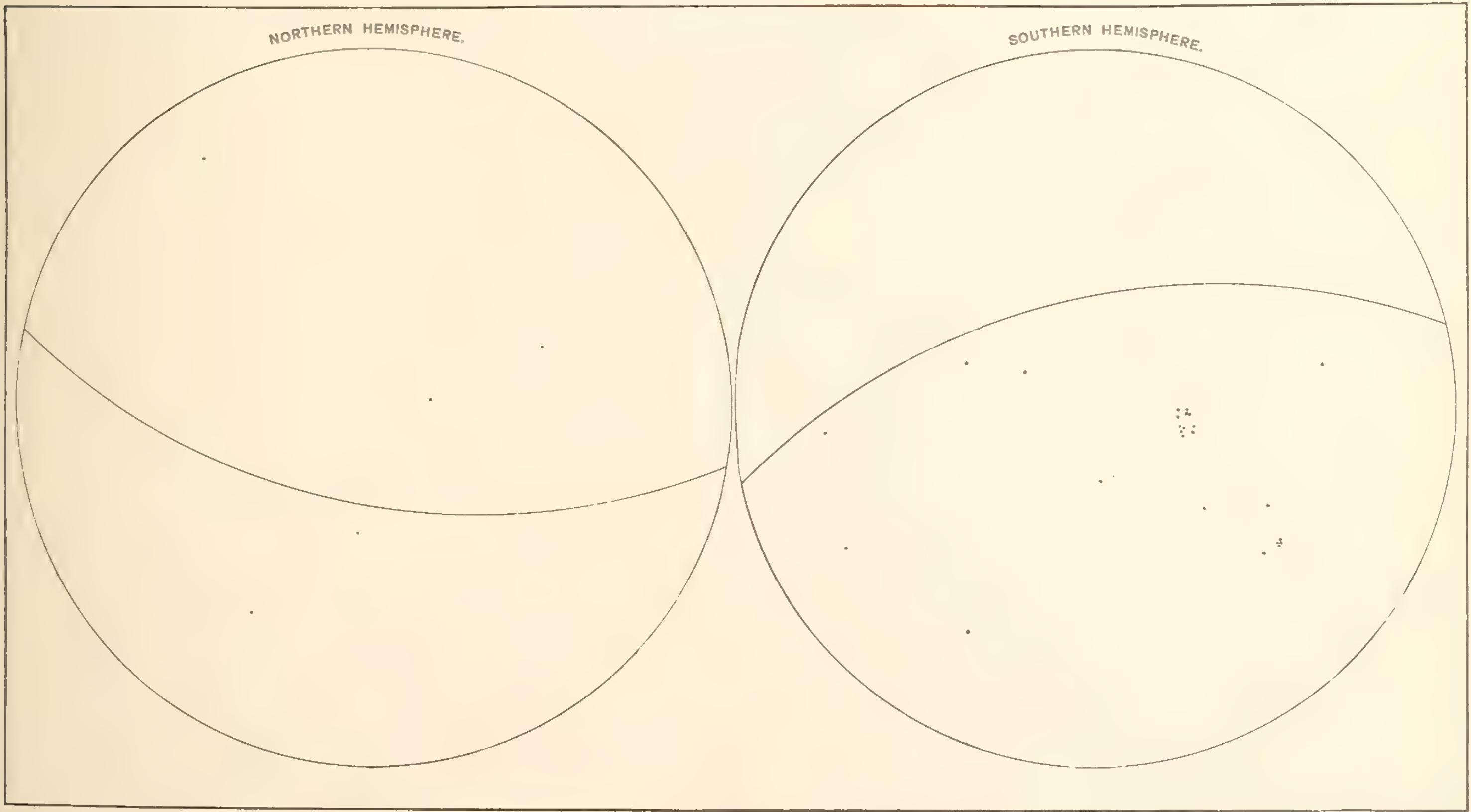
Some of the very small and very bright planetary nebulæ, as for example G. C. 4373, G. C. 4390, N. G. C. 7027, G. C. 4964, are not reproduced here. The latter of these nebulæ is successfully photographed by Deslandres [Bulletin astronomique 1900, plates IX, X, XI.].

Printed April 26th 1909.

Uppsala 1909. Almqvist & Wiksells Boktryckeri-A.-B.

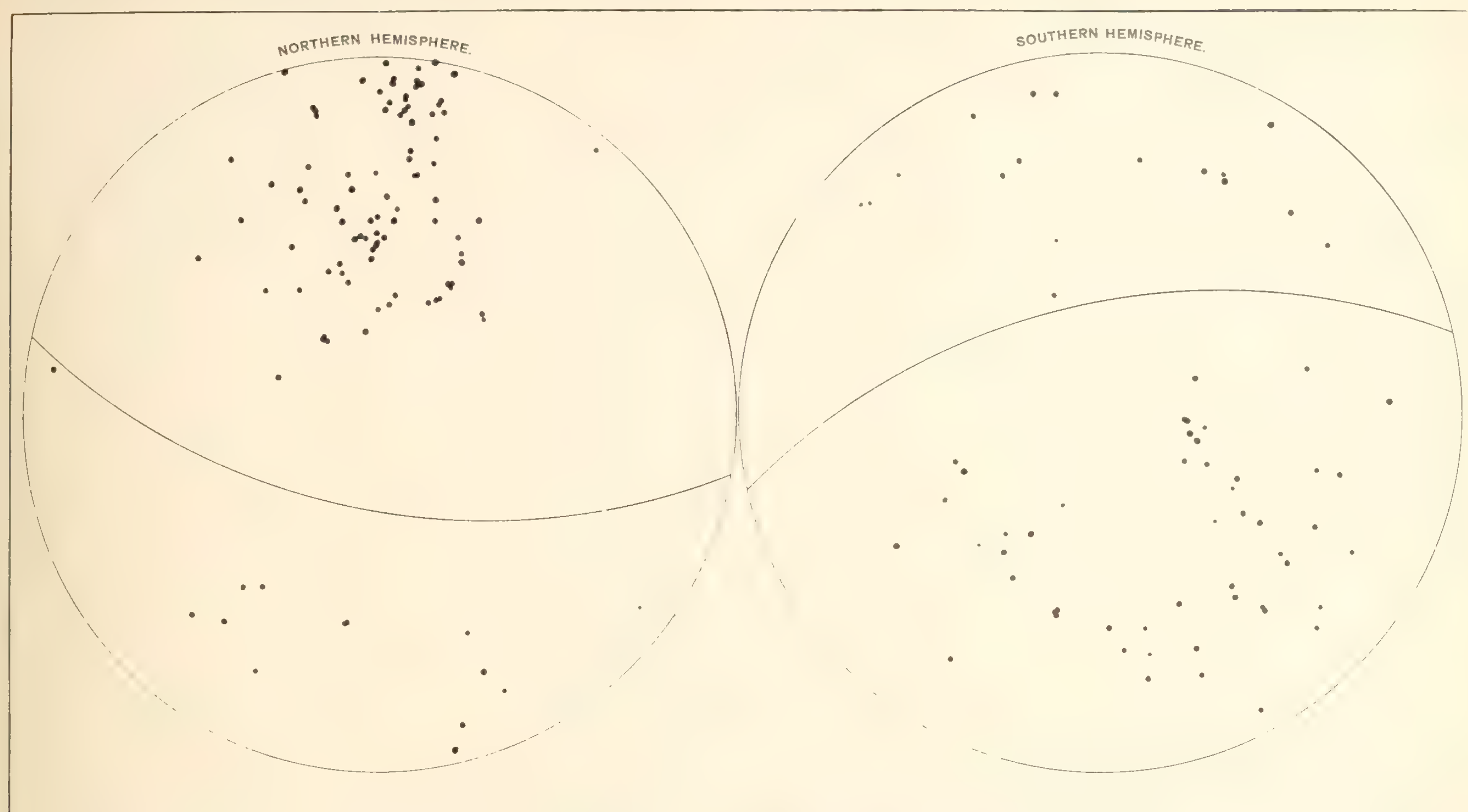


1. Distribution of Globular Clusters.

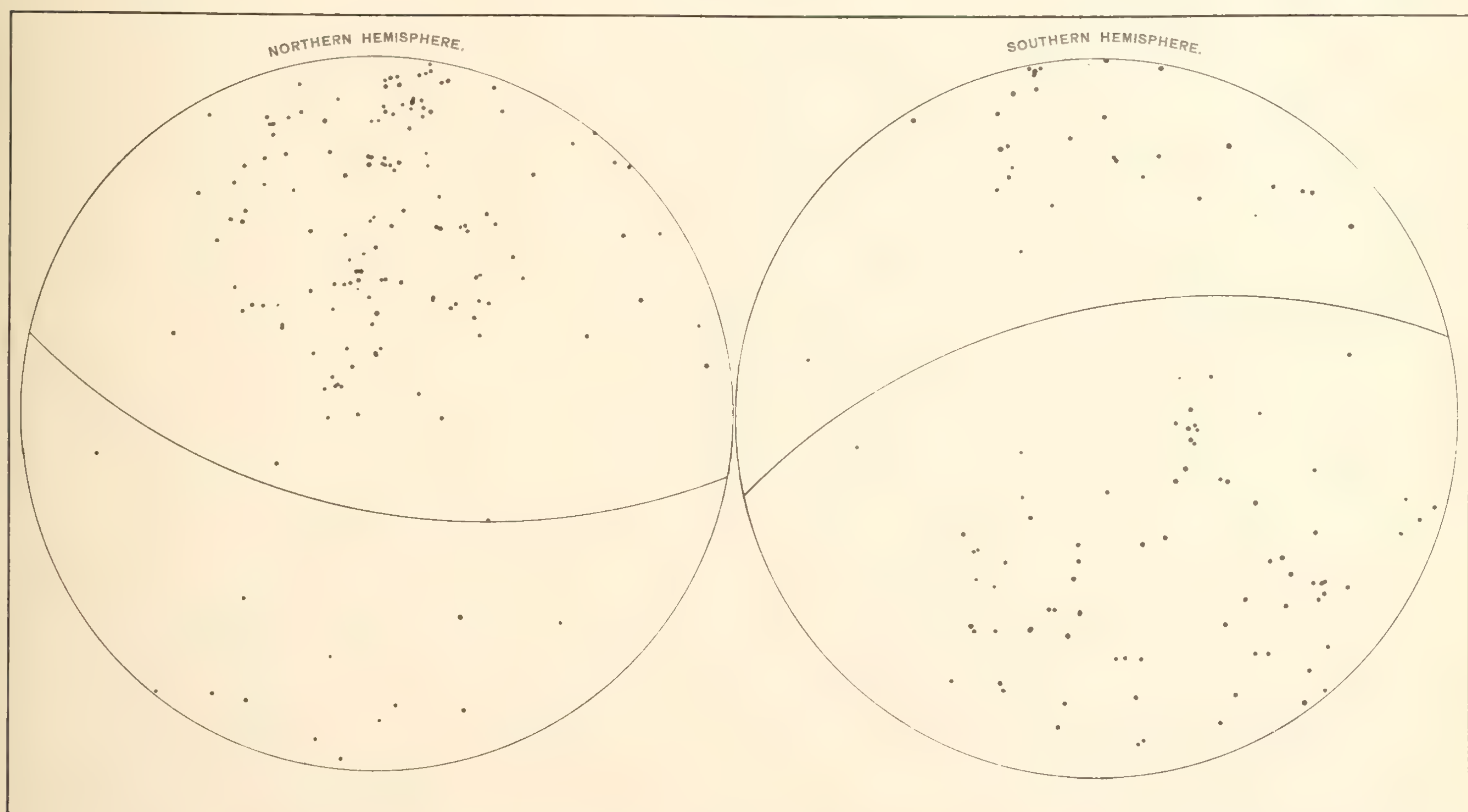


Cederquists Graf. A.-B. Stockholm.

2. Distribution of Globular Clusters.
Excluded Objects.

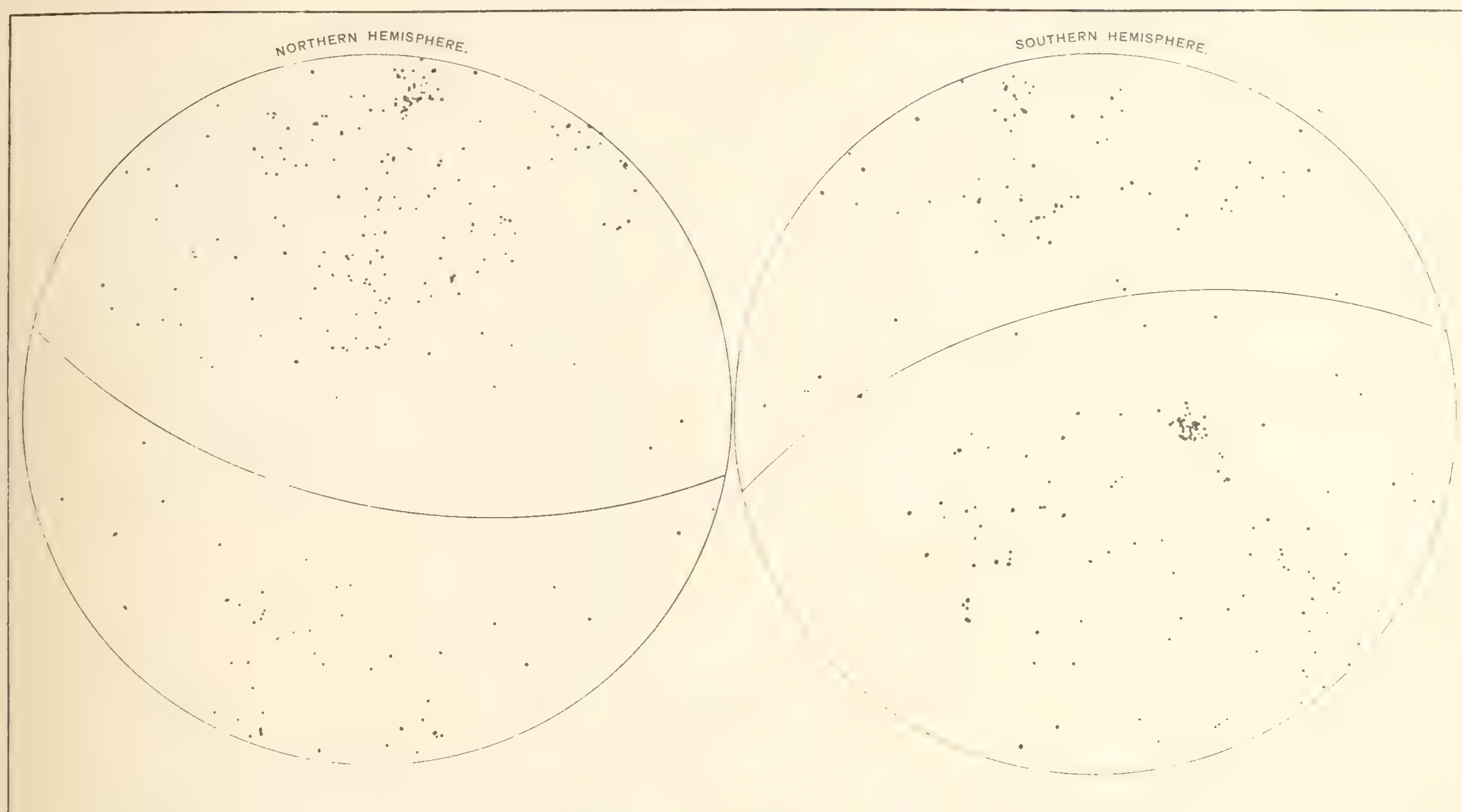


1. Distribution of Nebulæ, B, vE, eE.

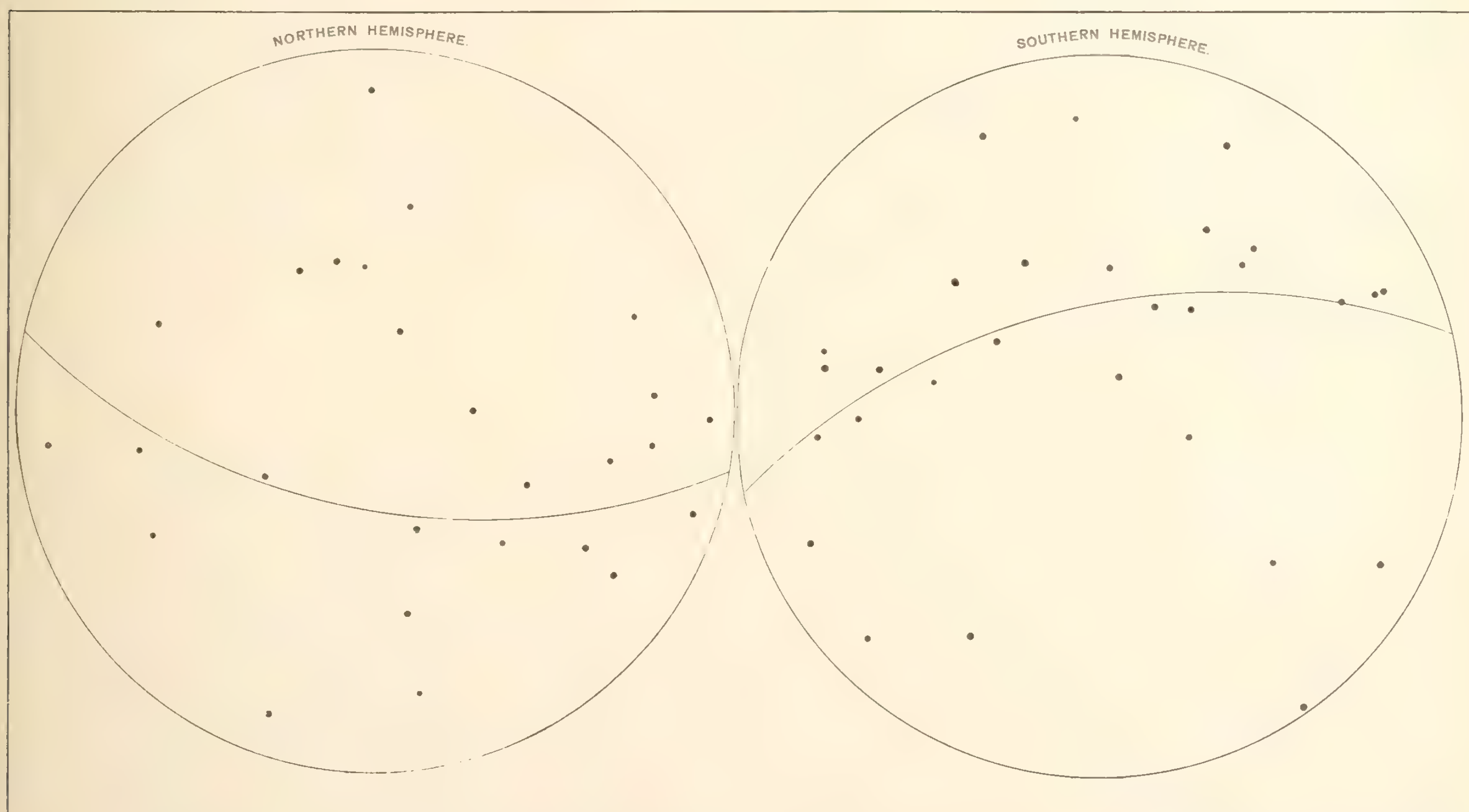


Cederquists Graf. A.-B., Sthlm.

2. Distribution of Nebulæ, B, E, lE.



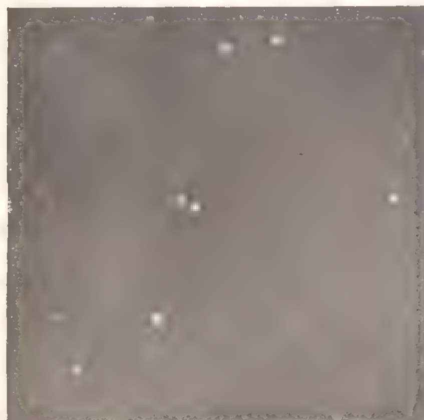
1. Distribution of Nebulæ, B, R.

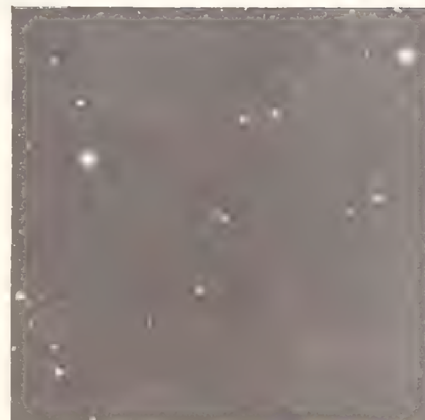


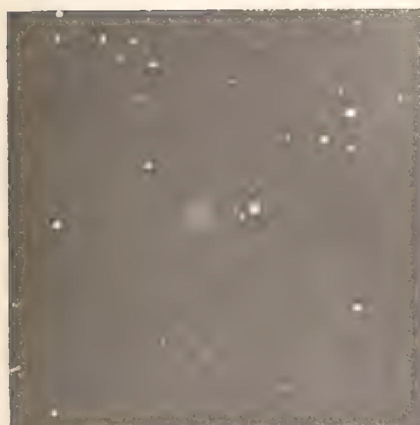
Cederquists Graf. A.-B. Stockholm.

2. Distribution of Planetary Nebulæ.


G. C. 4532

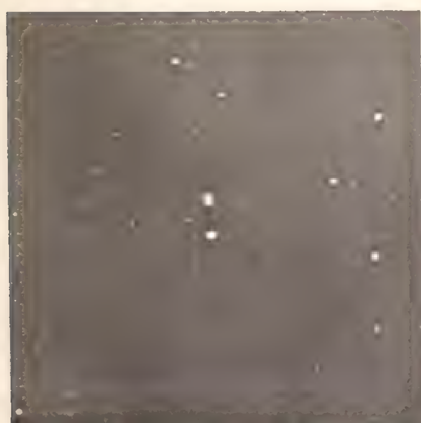

N. G. C. 7026


N. G. C. 7026


G. C. 298


G. C. 801

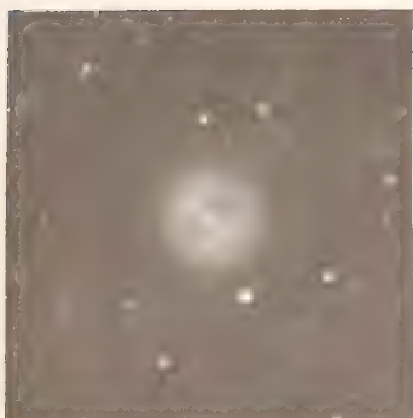

G. C. 1225


G. C. 1532


G. C. 1546


G. C. 2158

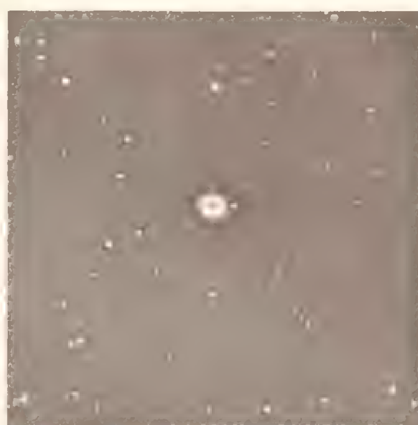
Hasse W. Tullbergs boktr., Sthlm 1909.


G. C. 2343


G. C. 2620


G. C. 3258


G. C. 4234


G. C. 4447


G. C. 4487


G. C. 4514


G. C. 4572

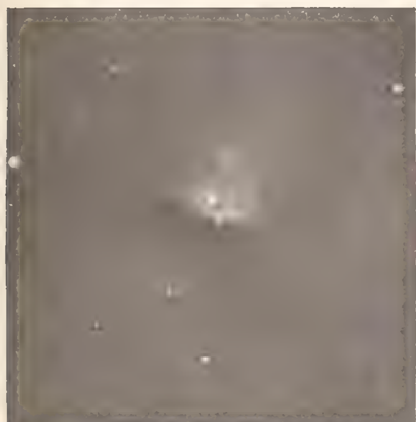

G. C. 4565

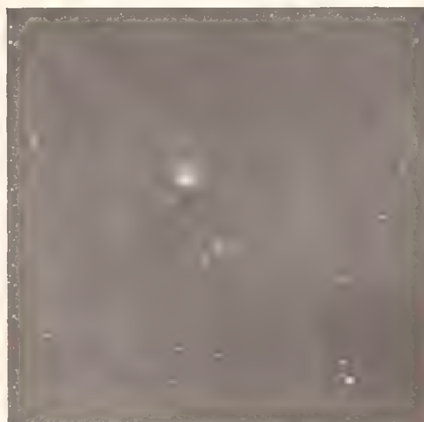
Hasse W. Tullbergs boktr., Sthlm 1909.

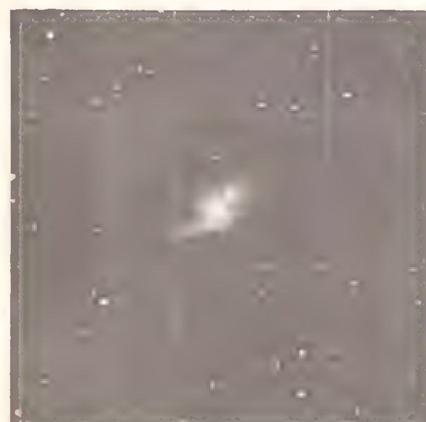

G. C. 4827


G. C. 4971


G. C. 527


G. C. 1267


G. C. 1267


G. C. 1157


G. C. 1949


G. C. 4670


G. C. 4447

Hasse W. Tullbergs boktr., Sthlm 1909.

KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 43. N:o 11.

CYTOLOGISCHE UND MORPHOLOGISCHE STUDIEN

AN

DROSERA LONGIFOLIA × ROTUNDIFOLIA

VON

O. ROSENBERG

MIT 4 TAFELN UND 33 TEXTFIGUREN

MITGETEILT AM 10. MÄRZ 1909 DURCH V. WITTROCK UND J. ERIKSSON



UPPSALA & STOCKHOLM
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.
1909

Seit einigen Jahren bin ich mit einer Untersuchung der eigentümlichen cytologischen Verhältnisse bei *Drosera longifolia* × *rotundifolia* beschäftigt. Einige Resultate davon sind schon kurz veröffentlicht worden, aus welchen hervorging, dass das Verhalten der Chromosomen des Bastards bei der Reduktionsteilung von nicht geringem Interesse für die Auffassung dieses vieldiskutierten Problems zu sein schien. Von verschiedenen Autoren wurde auch die eigentümliche Verteilungsweise der Chromosomen im ersten Teilungsschritt bei diesem Bastard sogar als ein Beweis für die Richtigkeit der bekannten Hypothese angeführt, wonach in der Synapsis die homologen Elternchromosomen einander aufsuchen und sich kopulieren (Schreiner (42) p. 46, Winiwarter (51) p. 243). Andererseits ist die Richtigkeit der Deutung meiner Präparate von einigen Forschern in Frage gestellt worden, insbesondere von Fick (7), der in einigen sehr wichtigen, kritischen Arbeiten über hierhergehörige Fragen auch meine *Drosera*-Arbeiten näher berücksichtigt und kritisiert hat.

Meine erwähnten Arbeiten waren ja sehr kurz abgefasst und eigentlich nur als vorläufige Mitteilungen gemeint. Verschiedene andere Arbeiten haben unterdessen die Erscheinung der ausführlichen Darstellung meiner *Drosera*-Untersuchungen verspätet. Da wenigstens ein Teil der Einwände, die gegen meine Deutungen der Verhältnisse der Reduktionsteilung bei dem genannten Bastard erhoben worden sind, sicher auf einem durch die ziemlich knappe Darstellung verursachten Missverständnis beruhen, so scheint es mir angebracht, hiermit die ausführliche Darstellung der cytologischen Verhältnisse des Bastards folgen zu lassen.

Noch immer stehen die verschiedenen Ansichten in der Reduktionsteilungsfrage ziemlich scharf einander gegenüber, und man ist noch lange nicht berechtigt, ein gemeinsames Schema aufzustellen. Neue Beiträge zur Kenntnis dieses wichtigen Vorganges sind durchaus nötig, da besonders für die Dikotyledonen die Zahl der genau studierten Objekte wirklich sehr gering ist. Die Grösse des Zellkerns unter den Monokotyledonen hat wohl dazu beigetragen, dass die Dikotyledonen mit Ausnahme der Ranunculaceen nur selten Material für Reduktionsteilungsuntersuchungen abgegeben haben. Dies ist, scheint es mir, ein wenig glücklicher Zufall, denn die Dikotyledonen liefern oft besonders klare und instruktive Bilder für die Deutung diesbezüglicher Verhältnisse. Ausserdem kommt hinzu, dass die Prochromosomen, deren

Vorkommen bei verschiedenen Pflanzen doch immer mehr bestätigt wird, und die von grosser Bedeutung für die Beurteilung vieler Stadien besonders in den präsynaptischen Phasen der Kernteilung sind, unter den Dikotyledonen oft besonders deutlich zu beobachten sind.

Im folgenden werde ich also zuerst eine ausführliche Darstellung der Reduktionsteilung in den beiden Elternarten des Bastards geben, die als eine notwendige Vervollständigung der früher gegebenen kurzen Angaben aufzufassen ist. Dann werde ich die cytologischen Verhältnisse des Bastards beschreiben, sowohl die Reduktionsteilung als die folgende Embryosackentwickelung. Indessen scheint es mir zweckmässig, der Darstellung der verschiedenen cytologischen Verhältnisse in dem Bastard und seinen Eltern eine kurze Beschreibung des morphologischen Aufbaues des Bastards im Vergleich mit seinen Elternarten vorauszuschicken.

Material.

Das Material für meine Untersuchungen stammt aus verschiedenen Teilen Schwedens, Norwegens und Dänemarks her. Zuerst fand ich den Bastard in Tromsö im nördlichen Norwegen in einigen Exemplaren zusammen mit den Eltern. Das reichlichste Material wurde jedoch im Sommer 1907 in einem Moore am Hornborga-See in Mittelschweden eingesammelt. Hier kam der Bastard in sehr grosser Menge vor, zusammen mit Individuen von *D. longifolia* (anglica) und *D. rotundifolia.*[1] Die letztere Art war eigentümlicherweise nur in sehr wenigen und dazu ziemlich schwach entwickelten Individuen repräsentiert. Es ist ja übrigens mehrmals die Beobachtung gemacht worden, dass Bastarde sehr oft entstehen, wenn die eine der Elternarten nur spärlich vorkommt. In Tromsö und Sundsvall, wo die Elternarten ziemlich gleich zahlreich auftreten, musste ich sehr lange nach Bastarden suchen, während am Hornborgasee, wo *D. rot.* seltener war, die Bastardindividuen fast ebenso zahlreich waren wie diejenigen der *D. longifolia.* Betreffs der Wachstumsweise der 3 Formen ist zu bemerken, dass *D. long.* die niedrigeren, feuchteren Substrate aufsucht, während *D. rot.* gewöhnlich auf den Moorhügeln wächst; der Bastard wächst meistens auf demselben Substrat wie *D. long.* Auf der Insel Alnön bei Sundsvall in Nordschweden fand ich *D. long.* auf den überschwemmten Lokalitäten, fast im Wasser wachsend, *D. rot.* auf den Moorhügeln und, wie aus der Beobachtung zahlreicher Exemplare hervorging, der Bastard meistens am unteren Rand derselben Hügel. Das kann ja ein Zufall sein, den jedoch etwa 20 Exemplare zeigten. Mit den Jahren habe ich ein ziemlich reichliches Material zusammengebracht, vom Hornborgasee etwa 300 Bastardindividuen. *Drosera*-Individuen sind ziemlich leicht in *Sphagnum* im Laboratorium zu kultivieren. Ich habe an solchem Material zahlreiche Rückkreuzungen

[1] Im folgenden werde ich mich der Kürze halber der Bezeichnungen *D. rot.* und *D. long.* für *Drosera rotundifolia*, bezw. *Drosera longifolia* bedienen. Der Bastard, der ja oft als eine Varietät unter *D. long.* mit dem Namen *D. obovata*, MORT. u. K. aufgefasst worden ist, wird im Folgenden mit *D. ob.* bezeichnet.

mit dem Pollen der Elternarten vorgenommen, aber nur in wenigen Fällen ist es mir gelungen, Embryonen im Embryosack zu beobachten. Keimfähige Samen vom Bastard habe ich jedoch bisher nicht bekommen.

Bezüglich der mitgeteilten Figuren ist zu erwähnen, dass alle, auch die bei Loupenvergrösserung dargestellten Figuren, mittelst ZEISS' Zeichenprisma gezeichnet sind, so dass sie möglichst getreu die Grössenverhältnisse bei dem Vergleich zwischen dem Bastard und seinen Elternarten wiedergeben.

ERSTER TEIL.

Zur Morphologie des Drosera-Bastards.

In seinen »Vorlesungen» hat JOST (18), p. 456, bei der Besprechung der »Vegetationskraft» der Bastarde, diese Wirkung der Bastardierung mit einer Giftwirkung, ungefähr wie die Wirkung von $CuSO_4$ auf gewisse Organismen, verglichen. Es ist ja eine seit lange bekannte Sache, dass die Bastarde sich oft kräftiger entwickelt zeigen als eine der Elternarten. Es scheint mir von einem gewissen Interesse zu sein, von diesem Gesichtspunkt aus unseren Bastard zu betrachten, und ich habe daher, gleichzeitig mit der cytologischen Untersuchung, eine eingehende vergleichende morphologische Untersuchung gewisser Organe des Bastards, hauptsächlich des Blattbaues und der Blüte, angestellt. Schon bei einer oberflächlichen Betrachtung einer einigermassen reichlichen Sammlung von Bastardexemplaren ergibt sich deutlich, dass der Bastard wenigstens völlig so kräftig, wenn nicht kräftiger entwickelt ist als eine der Elternarten. Die Blätter sind gross und zahlreich, die Blütenstandachsen nicht wenig und mit zahlreichen Blüten. Besonders augenfällig war diese Überlegenheit des Bastards wenigstens über *D. rot.* am Hornborgasee, da ja hier *D. rot.* ungewöhnlich kümmerlich war. Indessen kann in Fragen wie diesen nur eine genaue statistische Untersuchung des Materials ein klares Bild von dem wirklichen Verhältnis geben. Ich habe eine derartige Untersuchung ausgeführt, und glücklicherweise ist das Material, das mir zur Verfügung stand, wenigstens nicht allzu spärlich gewesen. Teils und vor allem verglich ich sowohl an lebendem als an in Spiritus aufbewahrtem Material den Bastard mit den Elternarten von dem Lokal am Hornborgasee. Auch aus Dalarne hatte ich Material von allen 3 Formen, jedoch weniger reichliches. Teils habe ich an Herbarienexemplaren einige Beobachtungen über Blattgrösse, Blütenreichtum u. s. w. ausgeführt, es ist ja aber klar, dass Resultate einer derartigen summarischen Untersuchung an in Herbarien zusammengebrachtem Material recht zweifelhaft sind, da vor allem hier ein Vergleich zwischen Exemplaren von demselben Lokal her erforderlich ist, ein Vergleich, der ja gewisse Schwierigkeiten bietet, wo es sich um Herbarien-

material handelt. Ich führe jedoch des Vergleichs wegen einige von diesen Berechnungen an, will aber betonen, dass das allermeiste an dem Hornborgasee-Material ausgeführt worden ist.

Die unter den Floristen gewöhnliche Auffassung ist ja die, dass die Bastarde in ihren Charakteren eine Zwischenstellung zwischen den Elternarten einnehmen, und speziell *Drosera obovata* soll ja Blätter haben, deren Form bis zu einem gewissen Grade ein Zwischending zwischen der Blattform bei *D. rot.* und *D. long.* darstellt; übrigen ist es eigentlich der Bau der Blätter, der dazu geführt hat, diese Form als Bastard aufzufassen. Mehrfach, besonders in älteren Arbeiten, wird sie als Varietät unter *D. long.* angegeben, da sie, mit Ausnahme der Blattcharaktere, am meisten dieser Art ähnelt. Eine genaue Untersuchung zeigt indessen, dass auch dieser Bastard



Fig. 1. Laubblätter, ohne die Tentakeln, von A) *D. rotundifolia*. B) *D. obovata*, C) *D. longifolia*.

in mehreren Charakteren keineswegs eine Zwischenstellung einnimmt, nicht einmal was die Blätter betrifft. Auch hier gilt MENDEL's Prävalenzregel hinsichtlich der Charaktere, aber nicht aller.

Das Blatt. Die Blattform bei den Elternarten ist ja sehr verschieden. Ich gebe in nachstehender Tabelle die von mir erhaltenen Masse für die Länge des ganzen Blattes, sowie die Breite und Länge der Blattspreite, von der Spitze bis zum letzten Tentakel gerechnet, an. Die Anzahl Blätter betrug für *D. rot.* 31, für *D. long.* 32 und für *D. ob.* 52. In einigen Fällen sind alle entfalteten Blätter bei der Berechnung herangezogen worden, also auch die äussersten Blätter an jungen Jahressprossen. Diese sind höchst beträchtlich kleiner als die eigentlichen Zwischenblätter und haben bewirkt, dass der minimale Wert so niedrig ist. Sonst halten sich im allgemeinen die Masse nahezu um den Mittelwert herum.

Ich habe in der Tabelle auch Berechnungen an Exemplaren von *D. rot.* von Falsterbo in Schonen angeführt. Diese gehörten der *furcata*-Form an, die in allen vegetativen Teilen noch bedeutend kräftiger ausgebildet ist als die Hauptform. Sie ist indessen nur als Lokalform aufzufassen; sie kommt auf festeren Substraten, nicht in *Sphagnum*-Moor vor.

	D. rot. Hornborgasee			*D. rot.* Falsterbo			*D. obovata* Hornborgasee			*D.long.* Hornborgasee		
	Md.	Max.	Min.	Md.	Max.	Min.	Md.	Max.	Min.	Md.	Max.	Min.
Länge des ganzen Blatts	*21,5*	35	12	*31,1*	40	20	*56*	84	29	*56*	92	22
» der Blattspreite	*7,9*	12	5	*12*	16	8	*21,1*	37	13	*24*	38	11
Breite » »	*7,0*	10	4	*9,8*	13	8	*7,8*	12	4	*3,7*	5	3

Aus dieser Übersicht ergeben sich einige interessante Verhältnisse. Die Länge des ganzen Blattes bei dem Bastard ist gleich der bei *D. long.* und grösser als bei *D. rot.* Die Länge der Blattspreite bei dem Bastard stimmt mehr mit *D. long.* als mit *D. rot.* überein. Vielleicht ist die Auffassung berechtigt, dass die in dem Bastard enthaltene, von *D. rot.* geerbte »Anlage» der »kurzen Blattspreite», bei dem Bastard in Form einer



Fig. 2. Unterer Teil des Blattes mit Stipulabildungen. A.B. *D. long.*, *C. D. rot.*



Fig. 3. Vgl. Fig. 2; A.B. *D. obovata.*

deutlichen Hemmung der entsprechenden Anlage von *D. long.* hervortritt Dagegen scheint im grossen und ganzen die »Anlage» zu breiten Blättern von *D.rot.* her vollständig über die Schmalblättrigkeit von *D. long.* her zu dominieren. Das Resultat sind umgekehrt eiförmige Blätter bei dem Bastard (Textfigur 1 B), was gleichzeitig eine höchst beträchtliche Zunahme der Blattfläche im Verhältnis zu den Elternarten in sich schliesst. Ich komme auf diesen Umstand noch weiter unten zu sprechen.

Ich habe nach diesen Durchschnittswerten, zehnmal vergrössert, auf Karton ein »Durchschnittsblatt» von allen 3 Formen gezeichnet und nach der gewöhnlichen Wägungsmethode die Blattfläche berechnet. Ich fand auf diese Weise, dass das Blatt von *D. rot.* eine durchschnittliche Oberfläche von 0,36 cm^3, *D. long.* 0,59 cm^3 und *D. ob.* 0,89 cm^3 hat.

Stipula-Bildungen. IRMISCH (16) und NITSCHKE (33) haben eingehend die

Stipula-Bildungen an der Basis des *Drosera*-Blattes beschrieben. NITSCHKE fasst diese Bildungen als Ligula auf, analog den Intravaginalschuppen der Monokotylen. Bei den beiden hier untersuchten Arten ist die Ausbildung der Stipulae ziemlich verschieden. Bei *D. rot.* scheint eine typische Ligula-Bildung vorhanden zu sein (Textfig. 2, C), in Form einer querverlaufenden Zone an der Blattbasis, von welcher eine Reihe kräftiger Haarbildungen ausgehen. Bei *D. long.* ist es ziemlich schwer, eine derartig bestimmte Zone zu unterscheiden. Zwar gehen eine Anzahl im Verhältnis zu denen bei *D. rot.* schwach entwickelte Haare (Textfig. 2 A, B) von einer wenigstens stellenweise einigermassen unterscheidbaren Querzone aus, eine grosse Anzahl Haare geht aber auch teils von anderen Stellen der Oberfläche der Blattbasis, teils auch von ihrem Rande aus, ein Verhältnis, das nicht bei *D. rot.* vorhanden ist. Bei dem *Drosera*-Bastard nimmt die Stipula-Bildung gewissermassen eine Zwischenstellung ein, indem teils die zahlreichen randständigen Haare wie bei *D. long.*, teils, wenn auch nicht in völlig gleichhohem Grade, die quergehende Ligula-Bildung von kräftigen Haaren wie bei *D. rot.* (Textfig. 3 A) zur Entwickelung gekommen ist. Ja, es erscheint bei Betrachtung eines Falles wie Textfig. 3 B, als wenn sowohl die Ligulabildung mit den kräftigen Haaren, wie sie bei *D. rot.* auftritt, als auch die schwach ausgebildeten, über die Oberfläche der Blattbasis mehr oder weniger unregelmässig zerstreuten Haare bei *D. long.* in ziemlich unverändertem Grade bei dem Bastard zur Entwicklung kämen; wenigstens werden kräftige Haare in einer querverlaufenden Zone, *oberhalb* einer Ansammlung schwächerer Haare, ausgebildet, wie Fig. B angiebt. Vielleicht handelt es sich hier um dasselbe Verhältnis, wie es von MAC FARLANE (25) für eine Hybride zwischen *Drosera filiformis* und *intermedia* erwähnt worden ist, und welches er »bisexual hybridity» (S. 97) nennt; »When two more or less diverse growths have occurred, one on either parent, these have been shown to be reproduced not in blended fashion, but as distinct structures reduced either in size or number or both.»

Die eben genannten Arten unterscheiden sich u. a. durch verschiedene Glandelhaare, beide Formen lassen sich aber bei dem Bastard nachweisen. Bei *D. rot.* und *long.* sind die Glandelhaare einander ziemlich gleich, aber gerade die hier erwähnten Haare an der Basis des Blattstiels unterscheiden sich deutlich von einander. Die Grössenverhältnisse der Spaltöffnungen auf der Unterseite des Blattes haben folgende Durchschnittswerte für die Länge, bezw. Breite gezeigt: *D. rot.* 14×15; *D. long.* 18×16; *D. ob.* 19×17. Also bei *D. rot.* Länge und Breite ungefähr gleich, die ganzen Spaltöffnungen der beiden anderen Formen stimmen mehr miteinander überein und sind langgestreckt, was vermutlich mit der langgestreckten Blattform zusammenhängt. Es scheint sogar, als wenn die Spaltöffnungen des Bastards im ganzen grösser wären. MAC FARLANE hat in seiner obenerwähnten Arbeit gefunden, dass bei den von ihm untersuchten Formen die Spaltöffnungen des Bastards eine Zwischenstellung einnehmen.

Die Blätter sitzen ja bei beiden Arten in einer Rosette an der Basis des Blütenstandes. Bei *D.rot.* gehen sie mehr oder weniger horizontal, bei *D. long.* vertikal aus. Bei dem Bastard sind die Blätter ziemlich aufwärtsgerichtet, was z. B. in DIELS

(4) Darstellung zum Ausdruck gekommen ist: »folia suberecta», während *D. rot.* und *D. long.* »folia patentia», bezw. »erecta» haben.

Üppigkeit des Bastards im Vergleich mit den Elternarten. Im Zusammenhang mit einer Beschreibung der Blattform wurde auf die Zunahme der assimilierenden Blattfläche hingewiesen, wie sie dem Bastard dadurch zu teil wurde, dass seine Blätter eine Kombination der Blattbreite der einen Art mit der Blattlänge der anderen Art bilden. Eine gewisse Üppigkeit macht sich auch bei dem Bastard im Verhältnis zu seinen Elternarten geltend, was ja möglicherweise mit der vermehrten Assimilationsfläche pro Blatt in Zusammenhang zu bringen ist. Es ist ja oft ziemlich schwer, ohne wirkliche augenfällige Masse zu entscheiden, ob eine Form kräftiger als eine andere entwickelt ist. Ich habe daher gleichwie betreffs des Blattes einige Messungen ausgeführt, welche geeignet sind, diese Frage zu beleuchten. Teils wurde die Anzahl entwickelter Blätter und Blütenstände für die einzelnen, gleichzeitig und auf demselben Lokal, dem Hornborga-moor eingesammelten Individuen berechnet, teils die Anzahl Blüten an vollentwickelten Blütenständen, also hauptsächlich an dem zuerst entwickelten Blütenstand, da die später hinzugekommenen, beispielsweise bei dem *Drosera*-Bastard und *D. long.*, zu dem Zeitpunkt der Zählung nur eine geringe Anzahl Blüten entwickelt hatten, während die übrigen Blüten an diesen Blütenständen im Knospenstadium und dicht zusammengedrängt waren. Bei der Berechnung der Anzahl Blütenstände wurden die wenigst entwickelten, die noch von den Knospenblättern umschlossen waren, nicht mitgezählt. Das Resultat der Berechnung ist folgendes:

	D. rot.	*D. ob.*	*D. long.*
Anzahl Blätter pro Indiv.	5.3	10.8	6
Anzahl Blütenstände	1.1	2.6	1.4

Die Zahlen geben die Durchschnittswerte von 10, 33, bezw. 14 Individuen an. Die Anzahl ist ja, was die Elternarten betrifft, nicht gross, aber die Variation war auch sehr gering. Während bei dem Bastard seltener Individuen mit nur einem Blütenstand angetroffen werden, ist dies bei den Elternarten ziemlich gewöhnlich.

Bezüglich der Anzahl Blüten pro Blütenstand wurden folgende Durchschnittswerte für gleichzeitig untersuchte Exemplare auf dem Moor am Hornborgasee erhalten:

	D. rot.	*D. ob.*	*D. long.*
Anzahl Blütenstände	11	50	72
Anzahl Blüten pro Blütenstand	4.2	5.1	3.2

Einige andere Exemplare von *D. ob.*, welche 2 Wochen später untersucht wurden, zeigten an 25 Blütenständen im Durchschnitt je 5,6 Blüten.

Die *D. rot. furcata*-Form, die kräftiger als die Hauptform entwickelt ist, besonders was die Blattgrösse betrifft, zeigte eine weit grössere Anzahl Blütenstände und Blüten pro Blütenstand.

Die Berechnungen ergaben also eine entschiedene Überlegenheit des Bastards bezüglich der »Vegetationskraft» über seine Elternarten, und es scheint mir hier nicht notwendig, nur zu einer Art Wirkung der beiden kopulierenden Zellen, einer

»Giftwirkung» vergleichbar, als Erklärung zu greifen, vielmehr wirkt ja sicherlich in hohem Grade die »geeignete» Blattform mit, welche bewirkt, dass das Individuum kräftiger pro Blatt assimilieren kann als die Elternarten. Hiermit ist ja gar nicht ausgeschlossen, dass eine »Giftwirkung» sich auch hier, z. B. in einer vermehrten Assimilationsenergie pro Flächeneinheit Blatt, bei dem Bastard äussern könnte.



Fig. 4. Kelch- und Blumenblätter und Staubfäden von A. *D. longifolia*, B. *D. obovata*, C. *D. rotundifolia*.

Andererseits ist zu bemerken, dass freilich schon zur Ausbildung dieser grösseren Blätter eine intensivere Arbeit von den Bastardkeimpflanzen verlangt wird, dass also die Erscheinung der Üppigkeit im Grunde genommen doch nicht so einfach zu erklären ist.



Fig. 5. Ausgebreitete Kelchblätter von A. *D. longifolia*, B. *D. rotundifolia*, C. *D. obovata*.

Blüte. Hinsichtlich der Form der Blüte bei dem Bastard ist die Übereinstimmung mit *D. longifolia* ziemlich augenfällig. Textfig. 4 zeigt Teile von Kelch, Krone und Staubgefässen bei den drei Formen. Und es geht hieraus hervor, dass ein ziemlich bedeutender Unterschied zwischen der kleineren *D. rot.* und der weit grösseren *D. long.* und dem Bastard andererseits herrscht. In gewissen Fällen habe ich jedoch eine Verminderung der Länge des Kronenblattes bei dem Bastard bemerken zu können geglaubt. Textfig. 5 stellt den ganzen Kelch bei den drei Formen, aufgeschnitten und ausgebreitet, dar, wobei die Übereinstimmung zwischen *D. long.* und

dem Bastard noch mehr hervortritt. Betreffs der Antheren nimmt indes der Bastard eine deutlichere Zwischenstellung zwischen den Elternarten ein, jedoch mit einer bestimmten Annäherung an *D. long.*, Textfigur 6. Es scheint mir aber, als wenn diese schwächere Entwickelung der Antheren bei dem Bastard als in Zusammenhang damit stehend erklärt werden könnte, dass die Pollenkörner in dem Bastard nie zu voller Entwicklung kommen, was den Zelleninhalt betrifft, sondern steril sind. Eines ist hier zu erwähnen. Bei *D. long.* wird bei der Desorganisation der Tapetenzellen eine ölige, stark gelbgefärbte Substanz gebildet, die in Form von grösseren oder kleineren Tropfen der Exine der Pollenzellen anhaften; etwas Entsprechendes hierzu findet sich überhaupt nicht bei *D. rot.*, dagegen aber in gleichem Grade wie bei *D. long* ausgebildet bei dem Bastard. Wenn die Pollenzellen an den geöffneten Antheren exponiert sind, zeigt sich auch der Pollen bei dem Bastard und bei *D. long.* bedeutend dunkler gelb gefärbt als der nur schwach hellgelb gefärbte Pollen bei *D. rot.*

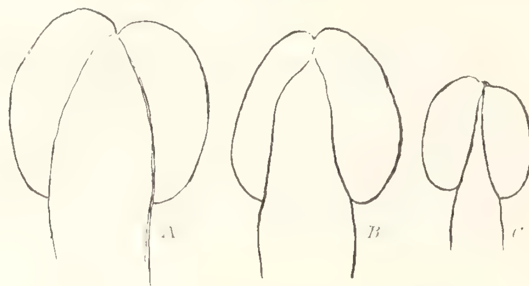


Fig. 6. Antheren von A. *D. longifolia*, B. *D. obovata*, C. *D. rotundifolia*.

Was die Entwicklung des Pistills bei dem Bastard betrifft, so ist auch hier die Übereinstimmung mit *D. long.* klar. In Textfig. 7 sind die Pistillen der 3 Formen unter der Anthere abgebildet. Die Griffel sind kurz bei *D. rot.*, bedeutend länger bei den beiden anderen Formen.

In der Anzahl der Fruchtblätter herrscht bekanntlich bei *Drosera* eine grosse Variation, jedoch zeigen hier die beiden Elternarten keinen Unterschied.

Blütenbiologie. Ich gehe in diesem Zusammenhang auf einige blütenbiologische Fragen bezüglich *Drosera* ein, ohne mich jedoch hierbei allzusehr auf Einzelheiten einzulassen. Besonders betreffs der Blütezeit sind meine Beobachtungen nicht so zahlreich, wie man es bei der Behandlung blütenbiologischer Fragen verlangen dürfte.

Seit lange kennt man die bemerkenswert kurze Dauer der Öffnung der Blüte bei *Drosera* und ihre grosse Empfindlichkeit hierbei gegenüber äusseren Verhältnissen. Es geschieht eigentlich nur in vollem Sonnenlicht, dass die *Drosera*-Blüte sich öffnet, und ich habe hierbei auch die bereits in »Svensk botanik» Bd 10; Upsala 1829 mitgeteilte Beobachtung, dass *D. rot.* in dieser Hinsicht empfindlicher als *D. long.* ist, bestätigen können. Ich habe einige, allerdings nicht allzu zahlreiche Beobachtungen über die Blütezeit bei *Drosera* angestellt. Ich führe davon einige Beobachtungen an zwei sonnigen Tagen, am 22. und 23. Juli 1908, an. Ein sehr reichlicher Bestand von *Drosera rot. furcata* zeigte am 22. Juli um 8 Uhr morgens in vollem Sonnenlicht alle Blüten geschlossen.

Erst um 9 Uhr 10 Min. vorm. öffneten sich einige Blüten, um 10 Uhr vorm. waren die meisten offen; die nächste Beobachtung wurde um 1 Uhr gemacht, wo alle Blüten sich wieder geschlossen hatten. Am folgenden Tage, der auch sonnig war, waren die Blüten in demselben Bestand schon um 8 Uhr 30 Min. vorm. offen, ebenso um 10 Uhr vorm. Um 11 Uhr 45 Min. vorm. war ein grosser Teil bereits geschlossen, die übrigen halbgeschlossen. Einige Individuen von *D. intermedia*, die zwischen *D. rot.*-Individuen eingemischt wuchsen, hatten noch um 9 Uhr 30 Min. die meisten Blüten geschlossen. Erst um 10 Uhr begannen mehrere sich zu öffnen. Um 1 Uhr waren alle geschlossen. Die Zahl der Versuche ist ja nicht gross, sie bestätigen aber doch, was bereits zuvor bekannt gewesen ist, dass die *Drosera*-Blüte zu ihrer Polli-



Fig. 7. Blüten nach Entfernung der Kelch- und Blumenblätter; A von *D. rotundifolia*, B. dieselben von oben gesehen, C, D *D. obovata*, E *D. longifolia*.

nation in den meisten Fällen auf Autogamie angewiesen ist, da sie sich ja teils an bewölkten Tagen nicht öffnet, teils ein eventuelles Öffnen von so kurzer Dauer ist.

Die Organisation der Blüte deutet gleichfalls auf Autogamie hin. Textfig. 8 zeigt eine völlig geöffnete Blüte des Bastards von oben her. Wie man sieht, stehen die Griffel mehr oder weniger horizontal von einander ab, wie auch die Staubgefässe. Nicht zutreffend ist FRANCÉ's Angabe, dass »die Staubbeutel gleich so dicht an den Narben liegen, dass die Befruchtung leicht von selbst erfolgt». In diesem Stadium ist Allogamie sehr wahrscheinlich. Wenn die Blüte sich zu schliessen beginnt, zeigt es sich, dass die Staubfäden eine Beugungsbewegung ausführen, so dass die Antheren zwischen die Griffelenden hineingebogen werden, während diese letzteren *andauernd ausgebreitet sind.* Textfig. 8 B zeigt das Schliessen bei seinem Beginn und Fig. C ein Stadium 2 Minuten später bei derselben Blüte. Die Kronenblätter biegen sich aufwärts einander entgegen und drücken natürlich hierbei auf die Griffelenden, die

daher in einer soeben geschlossenen Blüte mehr oder weniger aufrecht stehen. (Textfig. 7). Hierbei tritt eine sehr eigentümliche Veränderung der Blumenkrone ein. Wie aus Textfig. 9 A, B hervorgeht, zeigen nun die Kronenblätter gleich unterhalb der Spitze eine scharfe Biegung. Man könnte annehmen, dass die Umbiegungsstelle die Spitze des Fruchtknotens angäbe, was indessen keineswegs der Fall ist. Die Knickung geschieht gerade in der Höhe, wo die Antheren und Narbenpapillen liegen (Textfig. 9 C und 10 D). Die Wirkung ist nun die, dass die Kronenblätter infolge dieser Knickung die Antheren mit ihren Pollenkörnern gegen die Narbenpapillen pressen und so die Pollination vermitteln. Dass dies der Vorgang ist, geht auch aus Textfig. 7 hervor. In Textfig. 10 sind einige Kronenblätter von soeben geschlossenen Blüten



Fig. 8. *D. obovata;* A, offene Blüte, von oben gesehen; B Blüte zu Beginn des Schliessens; C dieselbe Blüte 2 Min. später.

abgebildet, in Fig. B, C von innen und in D von der Seite gesehen. Diese letztere Figur zeigt deutlich die Lage der Antheren.

Es fragt sich nun, wie eine derartige Knickung an den Kronenblättern entsteht. Es ist meines Erachtens wahrscheinlich, dass sie in der eigentümlichen Nervatur der Kronenblätter bei *Drosera* ihren Grund hat. In Textfig. 4 und 10 A ist der Gefässbündelverlauf angegeben, und daraus geht hervor, dass ein Stück unterhalb der Mitte des Blattes von dem Hauptnerv sich einige kräftige Nerven abzweigen, die sich ihrerseits wieder nach aussen verzweigen, so dass ein mehr oder weniger deutlich querverlaufendes Nervensystem gebildet wird. Im grossen und ganzen sieht es aus, als wenn dicht an der Mitte des Kronenblattes der Hauptnerv von einem starken Quernerven gekreuzt würde. Die Ursache dieser eigentümlichen Nervenverzweigung ist,

glaube ich, in dem Umstand zu suchen, dass sich bei *D. rot.* oft kurze Nervenstücke finden, die in schräger Richtung von dem Hauptnerv nach dem Quernerv hin verlaufen,

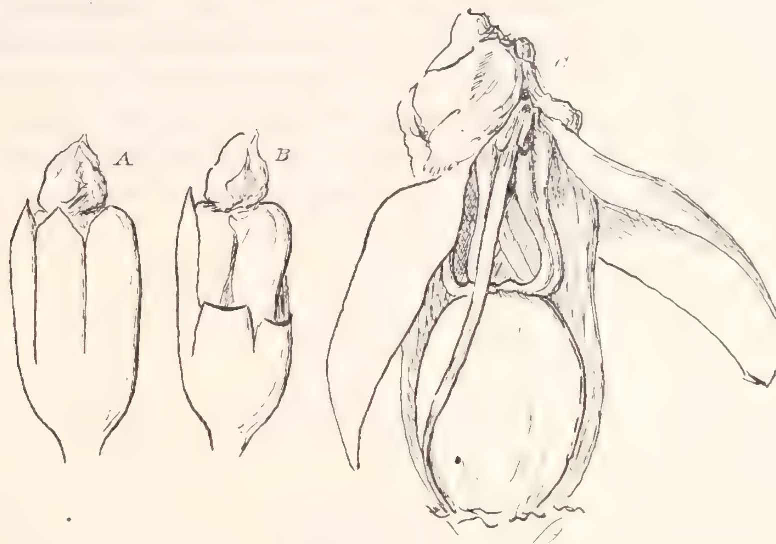


Fig. 9. *D. longifolia;* A eben geschlossene Blüte; B dieselbe Blüte, zwei Kelchblätter entfernt; die Einknickung der Kronenblätter sichtbar; C geschlossene Blüte, zwei Kronenblätter an der Basis abgeschnitten und ausgebogen.

ohne sich dann einem derselben anzuschliessen. Sie scheinen mir Reminiszenzen aus einem Stadium zu bilden, wo das Blatt von der Basis des Hauptnervs ausgehende Seitennerven durchzogen, die ihrerseits näher nach der Spitze zu durch Anastomosen mit einan-

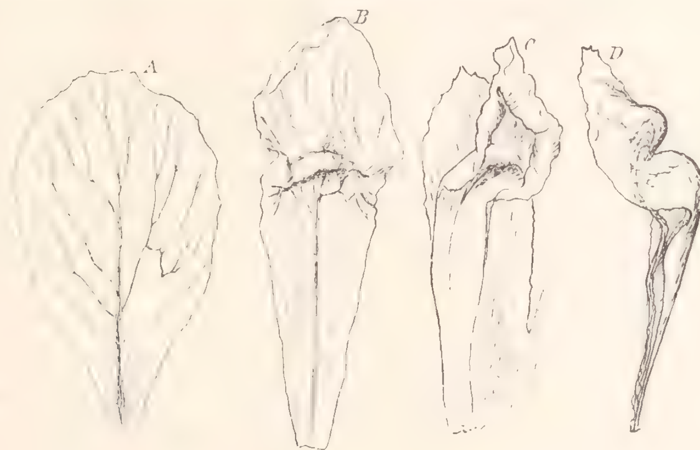


Fig. 10. *D. rotundifolia.* Blumenblätter; A bei geöffneter Blüte; B, C kurz nach dem Schliessen der Blüte, von der Innenseite gesehen; D dasselbe mit Staubfaden, von der Seite gesehen.

der verbunden waren. Gleichzeitig mit der Reduktion der untersten Seitennerven haben sich die Anastomosen stärker entwickelt. Vergleicht man nun ein Kronenblatt einer soeben geschlossenen Blüte mit dem einer geöffneten Blüte, so zeigt sich deutlich, dass der Ansatzpunkt des erwähnten Quernervs nunmehr an oder oberhalb der Mitte zu liegen scheint. Mit anderen Worten, die Zellen in dem Basalteil der Kronenblätter

strecken sich gleichzeitig mit dem Schliessen höchst beträchtlich. Eine ganz natürliche Wirkung hiervon scheint mir nun die zu sein, dass, da die Breite des Kronenblattes durch den Quernerv konstant gehalten wird, eine Umbiegung der Blattränder einwärts gegeneinander stattfinden muss, und dass, da alle Kronenblätter mit ihren Spitzen aneinanderstossen, die obenerwähnte eigentümliche Gestalt der Kronenblätter entsteht. Der Effekt ist, was die Ursache der Kronenblätter auch sein mag, jedenfalls der, dass Antheren und Narbenpapillen in intime Berührung mit einander kommen, und auf diese Weise eine Selbstbestäubung zustandekommt.

ZWEITER TEIL.

Zur Kenntnis der Tetradenteilungen und der Embryologie von Drosera.

1. Fixierung und Färbung.

Bei der Fixierung des Materials sind von mir zahlreiche der üblichen Fixierungsflüssigkeiten benutzt worden. Es schien mir dies notwendig, besonders darum, weil ein gegebenes Fixierungsmittel die verschiedenen Stadien so sehr verschiedenartig fixiert. Soweit ich gefunden habe, ist eine »gute Fixierung» mit einer und derselben Flüssigkeit für verschiedene Stadien oft nicht zu erreichen. Für *Drosera* ist meine Erfahrung betreffs der Fixierungsmittel folgende: FLEMMING's Chrom-Osmium-Essigsäure fixiert »sehr gut» besonders die postsynaptischen Phasen von der 1:sten Spindelanlage an, die Embryosackentwicklung und die Embryobildung. Dagegen ist diese Fixierungsflüssigkeit weniger geeignet für die prosynaptischen Stadien und die Diakinese. Sehr auffallend ist die grosse Verschiedenheit zwischen CARNOY's Chloroform-Eisessig und FLEMMING in diesem Falle. Die letztgenannte Fixierung wurde in verschiedenen Zusammensetzungen angewandt, teils die in STRASBURGER's Practicum angegebene stärkere und schwächere Lösung, und teils, und mit dem besten Erfolg, die von CHAMBERLAIN empfohlene Modifikation (3 a), welche das Objekt nicht so schwärzt und ausserdem ziemlich lange haltbar ist, da die Osmiumsäure nur bei dem Gebrauch zugesetzt wird. Ich habe auch geprüft, wie oft man dieselbe Fixierungsflüssigkeit benutzen kann, und bin dabei zu dem Schluss gekommen, dass dieselbe am besten nur einmal zu benutzen ist. Später fixiert sie lange nicht so gut wie früher.

Für die wichtigen Prophasenstadien in der Reduktionsteilung habe ich als unbedingt bestes Fixierungsmittel für *Drosera* CARNOY's Alkohol-Chloroform-Essigsäure gefunden. Eine merkbare Verschiedenheit der Wirkung, ob dieselbe nach Gewichts- oder Volumprozenten zusammengesetzt wird, habe ich nicht gefunden. Am besten wirkt die frisch zubereitete Fixierungsflüssigkeit. Die Wirkungsdauer war 12—24

Stunden; und die beste Färbung für ein solches Objekt ist unbedingt HEIDENHAIN'S Hämatoxylin. Ganz besonders will ich betonen, dass diese Flüssigkeit am sichersten zum Ziel führt, wenn es gilt, die Prochromosomen in somatischen oder Gonotokontenkernen zu sehen zu bekommen. Worauf es beruht, weiss ich nicht sicher, aber die Prochromosomen heben sich von dem übrigen Kerngerüst in CARNOY-Material ganz entschieden viel schärfer ab als in FLEMMING-Material, wo die nachfolgende Färbung dieselbe Differenzierung nicht so gut hervortreten liess. Ich komme auf diese Frage noch später zurück und möchte hier nur die Aufmerksamkeit auf diesen Umstand lenken, weil in der Diskussion über das Vorkommen der Prochromosomen hierauf nicht genügend Rücksicht genommen wird, so dass verschiedene Forscher in demselben Objekt so Verschiedenes zu sehen bekommen haben.

Ferner habe ich JUEL'S (19) Fixierungsflüssigkeit benutzt und für die Embryosackentwicklung sehr gute Resultate erhalten; die Reduktionsteilungsphasen werden in dieser Flüssigkeit nicht so gut fixiert wie in CARNOY.

HERMANN'S Platinchlorid fixiert gut, schwärzt aber das Material allzusehr.

Schliesslich ist zu bemerken, dass bei der Einsammlung von Material jedesmal verschiedene Fixierungsflüssigkeiten benutzt wurden. Die Zahl der Fixierungen ist zusammen etwa 200, davon *D. ob.* etwa 100, zu verschiedenen Zeiten und Stunden fixiert. Im allgemeinen wurden etwa 15 Blüten jedesmal genommen.

Die Färbungen sind die üblichen. Am besten, besonders für CARNOY-Material, Eisen-Hämatoxylin und für FLEMMING-Material Safranin-Gentiana. Auch die Fuchsin-Toluidinblau-, bezw. Anilinblau-Methode hat ziemlich gute Resultate geliefert.

Drosera rotundifolia und longifolia.

Die somatischen Kerne.

Ehe ich auf eine Beschreibung der Gonotokontenkerne eingehe, will ich kurz die somatischen Kerne, wie sie in der Antherenwand, in den Tapetenzellen und Fruchtwandzellen auftreten, beschreiben. Hierbei werde ich fast ausschliesslich die mit CARNOY'S Flüssigkeit fixierten Objekte berücksichtigen. In einer binnen kurzem erscheinenden Arbeit behandle ich des Näheren das Verhalten der Prochromosomen bei der Kernteilung und im ruhenden Kern bei verschiedenen anderen Pflanzen. Hierbei wird natürlich auch ihr Verhalten gegenüber anderen Fixierungsmitteln berücksichtigt.

Fig. 43 (Taf. IV) stellt einen ruhenden Kern aus der Tapetenschicht von *D. rot.* dar, während einer Zeit, wo die Gonotokontenkerne noch in früher Prosynapsis sind. In diesem Stadium sind die Tapetenkerne noch allgemein im Ruhestadium, später teilen sie sich regelmässig, und der Zeitpunkt dieser Teilung kann ziemlich genau festgestellt werden, indem die erste Teilung der Tapetenkerne etwa mit der Synapsis zusammenfällt und die zweite ungefähr bei der Metaphase der ersten Teilung in den Pollenmutterzellen anfängt.

Der Kern zeigt ein gleichförmig durch das Kernlumen ausgebreitetes Gerüstwerk, das nur schwach von Hämatoxylin gefärbt wird. Ich bemerke sogleich, dass ich mit Eisenalaun gar nicht besonders stark differenzierte. Keine Spiegelfärbung oder dgl. Zeichen einer weitgegangenen Differenzierung waren zu sehen. An der Kernwand finden sich eine Anzahl intensiv schwarz gefärbter Körner, deren Zahl etwa 20 ist. Der Kern wird bei 5 µ dicken Schnitten auf zwei Schnitte verteilt; die beiden Hälften sind hier abgezeichnet. In Fig. 43 *a* liegen zwei grössere stäbchenförmige Chromatinelemente nebeneinander, und ausserdem ist eine, wenn auch nicht so ausgesprochene paarige Anordnung der Chromatinelemente hier und da unverkennbar. In Fig. 44 scheint eine beginnende Prophase vorzuliegen. Die Chromatinkörper sind jetzt alle mehr oder weniger stäbchenförmig, und hier und da ist immer noch die paarige Anordnung zu sehen. Die Zahl derselben ist auch hier etwa 20. Die genannten Körper fasse ich als Prochromosomen auf, wie ich dergleichen früher für eine Anzahl anderer Pflanzen schon beschrieben habe (Rosenberg 37). Der Name Prochromosomen ist bekanntlich von Overton gegeben; er scheint mir nicht besonders glücklich gewählt, aber da das Wort jetzt ziemlich allgemein verbreitet ist, scheint es mir richtiger, dasselbe zu behalten. Termini finden sich schon überreichlich.

Die beiden Fig. 44 u. 45 zeigen die weiteren Stadien der Prophrase; die Prochromosomen sind jetzt längere, gebogene, dicke Stäbchen und liegen, wie Fig. 46 b zeigt, noch immer an der Kernwand. Die weiteren Entwickelungsphasen bis zu fertigen Chromosomen werde ich hier nicht beschreiben. Es genügt zu bemerken, dass die Zahl der Chromosomen in den somatischen Teilungen 20 ist, und dass im ruhenden Kern deutliche Prochromosomen in derselben Zahl vorkommen. Bei der Kernteilung wachsen diese durch Aufnahme von chromatischer Substanz zu Chromatinstäbchen, Chromosomen, aus. Wie aus den Figuren hervorgeht, wird das schwach gefärbte Kerngerüst allmählich lockerer. Grégoire (12) meint, dass diese Chromatinkörper nur die Knotenpunkte der Chromatinfäden darstellen und nur durch zu starke Entfärbung des Kerngerüsts zum Vorschein kommen. Demgegenüber will ich bemerken, dass ich auch in übergefärbten Schnitten dieselben Körper und in *der Zahl* der Chromosomen andauernd, wenn auch undeutlicher, beobachten konnte. Ich habe dergleichen Chromatinkörper in so vielen dikotyledonen Pflanzen, bei verschiedenen Färbungen und Fixierungen, und ziemlich genau in derselben Zahl wie die Chromosomen gesehen, dass ich das Vorkommen derselben lediglich als Knotenpunkte als sehr unwahrscheinlich bezeichnen kann. Wenn sie Knotenpunkte darstellen, dann ist es doch immer eigentümlich, dass diese in derselben Zahl wie die Chromosomen vorkommen. In den Prophasen ist es oft schwer, die Zahl derselben festzustellen, weil die kurzen Chromatinstäbchen hier und da durch achromatische Strecken unterbrochen erscheinen und dabei die Zahl grösser wird. Bei wirklich ruhenden Kernen, die wenigstens nicht mitten in der Prophase sind, ist die Zahl der Prochromosomen ziemlich leicht festzustellen. Ich führe dies gegen Fick (7) an, welcher meint, dass eine Vermengung mit gewöhnlichen Chromatinkörnern leicht vorkommen kann; teils aber sind die Prochromosomen, auch die kleinsten, in Hämatoxylin-Präparaten intensiv gefärbt, teils kommen in wirklichen Ruhekernen in Carnoy-Präparaten keine oder

nur schwach gefärbte Körner in dem Gerüstwerk vor, während die intensiv gefärbten Prochromosomen stets der Kernmenbran anliegen.

Die Reduktionsteilung: Synapsis.

In Fig. 1 a. b. c. sind drei Schnitte durch einen ruhenden Gonotokontenkern von *D. long.* dargestellt. Auch hier kommen deutliche Prochromosomen vor. Mehrmals sind sie paarig angeordnet, und ihre Zahl ist ungefähr 40. Die Zahl der Chromosomen in *D. long.* ist 40, wie ich früher angegeben habe. In Fig. 2 ist ein etwas späteres Stadium abgebildet. Die Figur stellt eine Kernhälfte vor, von aussen gesehen. Die Prochromosomen sind jetzt ganz deutlich einander genähert, wenigstens die meisten. Diese Erscheinung, dass die Prochromosomen, resp. Gamosomen sich einander nähern, ist ja erst von Strasburger, Allen, Overton und Miyake beschrieben und später von anderen Forschern bestätigt worden. In unserem Fall war diese paarige Anordnung der Prochromosomen sehr deutlich und ohne Schwierigkeit festzustellen. Die Zahl dieser Doppelgebilde ist etwa 20. Eine Vereinigung von je zwei Prochromosomen hat demnach stattgefunden, wie das schon früher von Overton, Miyake u. a. für andere Pflanzen gezeigt worden ist. In den folgenden Stadien verhalten sich die beiden Arten einander gleich, nur dass die Zahl der Prochromosomen, bzw. Chromosomen in *D. long.* 40, in *D. rot.* 20 ist. Die Fig. 4 zeigt, wie die Prochromosomen an der Kernwand liegen und etwas mehr chromatische Substanz aufgenommen haben. In Fig. 3 ist eine spätere Prosynapsisphase abgebildet. Von den Doppelprochromosomen strahlen Fäden aus; wenn man Kerne in diesem Stadium betrachtet, macht es den Anschein, als ob die Prochromosomen anziehend auf das Kerngerüst wirkten und gleichwie das Kerngerüst sich in bestimmten Punkten ansammelten. In Fig. 6 ist ein Teil eines Schnittes durch den Kern abgebildet, der diese strahlige Anordnung der Fäden an den Prochromosomen darstellt. Die Zahl der Chromatinkörper in einem Stadium wie Fig. 5 habe ich mehrmals zu etwa 20 festgestellt. Ich will hier einschalten, dass ich in meiner ersten Arbeit über die Reduktionsteilung bei *Drosera* eine Figur (38 *a*, Fig. 11) gegeben habe, die eben von diesem Stadium ist, die ich aber falsch aufgefasst habe. Ich glaubte damals, dass diese Körper nur durch Aufnahme chromatischer Substanz direkt zu den Chromosomen der Diakinese auswüchsen, ohne zuerst zu Stäbchen oder Fäden auszuwachsen. In einer späteren Untersuchung habe ich und auch Berghs (1) das Zwischenstadium richtig gefunden und beschrieben.

Der Verlauf der Fäden im Kerngerüst in diesem Stadium ist natürlich ziemlich schwer zu verfolgen. Wenn man jedoch eine grössere Zahl solcher Kerne genauer beobachtet, ist eine paarige Anordnung der Fäden und Anschluss derselben an die Prochromosomen unverkennbar (vgl. Fig 5—8). Bald jedoch folgt das Synapsisstadium, wo der Verlauf der Fäden noch undeutlicher wird. In Chromosmiumessigsäure-Präparaten wird das Kerngerüst zu einem Klümpchen zusammengeballt, ohne dass man irgend eine Struktur in demselben wahrnehmen kann. Wie schon oft bemerkt, strahlen von diesem eine Anzahl Fäden nach der Kernmembran aus, und eine parallele Anordnung derselben hat man dabei beschrieben. Oft verlaufen in solchen Präparaten zwei

Fäden parallel nebeneinander, ob dies jedoch irgend einen Konjugationsakt vorstellt, mag dahingestellt bleiben. In den genannten Fixierungsflüssigkeiten kleben die Fäden oft einfach zusammen, zu dreien oder mehr (vgl. FICK, SCHREINER). Man hat die Frage aufgeworfen, ob das Synapsisstadium, d. h. die Zusammenballung des Kerngebiets nach einer Seite, ein Artefakt ist, durch die eindringende Flüssigkeit verursacht. Die Frage ist ja schwer zu beantworten. Anzuführen ist jedoch, dass bei *Drosera* in FLEMMING-fixierten Objekten sehr deutlich zu sehen ist, dass die Klumpen in Synapsiskernen immer an der der Tapetenschicht zugewandten Seite des Kerns liegen. Da in einem Längsschnitt durch ein Antherenfach bei *Drosera* zwei Reihen von Pollenmutterzellen liegen, so sind die Chromatinklumpen also alle nach der Wand hin gerichtet (vgl. auch Textfig. 14).

In CARNOY's Fixierung scheint die Zusammenballung des Kerngerüsts nicht so weit zu gehen. In einem gewissen Stadium sind die Prochromosomen ganz deutlich auch in der Synapsis zu sehen, wobei die Kernfäden nur eben schwach gefärbt erscheinen. Kurz danach werden auch diese stärker gefärbt, vielleicht durch Verteilung von Chromatin von den Prochromosomen aus in die Fäden. Oder vielleicht beruht die stärkere Färbung der Fäden im Synapsisstadium auch darauf, dass die Fäden hier oft einander dicht anliegen und so die Farbe vielleicht besser festhalten. Das mag nun dahingestellt bleiben. Sicher ist jedoch, dass in der Synapsis zuerst noch die Prochromosomen deutlich erscheinen. Eine vorsichtige Einstellung mit der Mikrometerschraube zeigt vollends, dass die doppelten gefärbten Punkte wirklich die Prochromosomen sind, und nicht nur etwa abgeschnittene Enden der Chromatinfäden. Vgl. Fig 6 und 7, die eine beginnende Synapsisphase darstellen. Dieselbe Erscheinung habe ich schon für *Hieracium* beschrieben, und einer der Studierenden des hiesigen Instituts hat dasselbe in den Kernen verschiedener Compositeen beobachtet (LUNDEGÅRDH; Svensk Bot. Tidskrift Bd 3, H. 1). Ich will auch darauf hinweisen, dass das Synapsisstadium bei verschiedenen Fixierungsflüssigkeiten sich sehr verschieden verhalten kann, und dass z. B. SCHREINER sein Vorkommen, d. h. als einen mehr oder weniger kompakten Klumpen im Kern, bei gut fixiertem Material sogar gänzlich bestreitet. Wie schon erwähnt habe ich in FLEMMING-Präparaten fast stets ein »deutliches» Synapsisstadium mit stark zusammengeballtem Kerngerüst, in welchem es schwer ist, überhaupt eine Fadenstruktur zu unterscheiden, gefunden. In CARNOY-Präparaten tritt dagegen sehr klar durch das ganze Synapsisstadium hindurch die Fadenstruktur des Kerngerüsts hervor. Ferner sieht man zu Beginn desselben sehr scharf hervortretende Prochromosomen, deren Anzahl gleich der reduzierten Chromosomenanzahl ist. Je mehr das Synapsisstadium sich entwickelt, um so undeutlicher werden die Prochromosomen, da die chromatische Substanz sich allmählich von den Prochromosomen aus auf die anschliessenden Kernfäden verteilt, welch letztere sich immer intensiver färben, bis in der letzten Phase des Synapsisstadiums die Kernfäden chromatische Substanz ihrer ganzen Länge nach zu haben scheinen.

In denselben Präparaten, wo ich Pollenmutterzellkerne mit mehr oder weniger achromatischem Kerngerüst und nur in intensiv gefärbten Prochromosomen beobachtet habe, habe ich auch in späteren Entwicklungsstadien diese allmählich gesche-

hende Anhäufung chromatischer Substanz in den Kernfäden verfolgen können. Dies scheint mir anzudeuten, dass die Prochromosom n nicht nur als Knotenpunkte im zu stark entfärbten Kerngerüst aufzufassen sind.

Während der frühzeitigeren Phasen des Synapsisstadiums zeigt sich oft der Übertritt des Kerns in benachbarte Zellen (Textfig. 11), auf den für einige Pflanzen Körnicke (20), gerade für Pollenmutterzellen, hingewiesen hat. Dies ist natürlich ein Artefakt, bemerkenswert aber, gerade für die Deutung der Synapsis, ist dass dieses Verhältnis meistens während des Synapsisstadiums angetroffen wird, was anzugeben scheint, dass die Konsistenz des Kerns hierbei so beschaffen ist, dass sie von der Fixierungsflüssigkeit leichter alteriert wird. Besonders in Carnoy-Präparaten kommt ein derartiger Kerndurchtritt ziemlich oft vor. Mehr und mehr macht sich auch besonders auf zoologischem Gebiet die Ansicht geltend, dass das Synapsis-

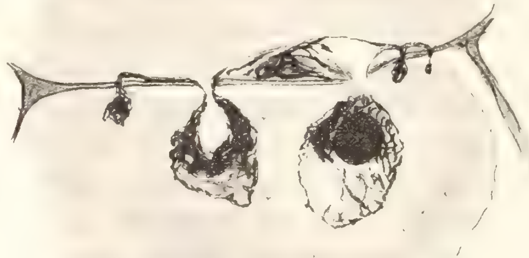


Fig. 11. *D. longifolia.* Pollenmutterzelle. Synapsisstadium; der Kern an mehreren Stellen der Zellwand in die angrenzende Zelle hineingepresst.

stadium, wie es in unseren Präparaten in der Form zusammengeballter Kerngerüste erscheint, eine Wirkung schlechter Fixierung ist (vgl. Meves (28), Janssens (17), Schreiner (41, 42) u. a.). Und der Umstand, dass in auf bestimmte Weise fixierten Objekten niemals eine derartige Konzentration angetroffen wird, spricht entschieden für die Richtigkeit einer derartigen Auffassung. Auch in den Fällen, wo man ihr Vorhandensein in lebenden Objekten konstatieren zu können geglaubt hat, ist es ja nicht ausgeschlossen, dass die Beobachtungsflüssigkeit störend auf die Kerne eingewirkt haben kann. Das Synapsis-stadium dauert ziemlich lange an. Erstens trifft man dieses Stadium sehr oft an, sodann ist es keine Seltenheit, Blüten zu finden, wo alle Antherenfächer die Gonotokonten im Synapsisstadium zeigen.

Schliesslich folgt ein Stadium, wo der Synapsisknäuel sich aufzulockern beginnt. Eben in diesem Stadium trifft man oft Bilder wie Fig 9, 10, wo hier und da deutlich parallel verlaufende Fäden zu sehen sind. Ich kann auf die sehr genauen Angaben Berghs' hinweisen, die sehr gut mit den meinigen übereinstimmen. Die ge-

nannte parallele Anordnung der Chromatinfäden ist schon oft beschrieben und als eine Längsspaltung aufgefasst worden. Ich glaube jedoch, dass die Deutung BERGHS' die richtige ist, dass es sich hier um einen Konjugationsakt der Chromosomen handelt. Ich werde übrigens am Schluss der Arbeit auf diesen Punkt zurückkommen.

Man könnte meinen, dass das in Fig. 10 abgebildete Stadium ein postspirematisches, etwa Strepsinema-Stadium angäbe, ich habe mich aber davon überzeugt, dass dies nicht der Fall ist, sondern dass es wirklich ein Stadium vor der intimeren Vereinigung der parallelen Fäden darstellt.

Die Reduktionsteilung: Spirem und Diakinese.

Fig. 11 und 20 zeigen Kerne von *D. rot.* und *D. long.* im Spiremstadium. In Fig. 20 sieht man, wie die dünnen Chromatinfäden zu dickeren und *an der Kernwand* anliegenden Fäden vereinigt sind. Nach einigen Autoren wird diese Phase so gedeutet, dass die vor und in der Synapsis erscheinende Längsspaltung der Chromatinfäden jetzt zurückgegangen ist, um später noch einmal und definitiv aufzutreten. In diesem Stadium sieht man hier und da im Kern freie Enden der Kernfäden. Oft aber hat es infolge der Verklebung der Schlingen miteinander den Anschein, als wenn Fäden verzweigt sind. Es ist natürlich sehr schwierig, in einer Figur die verwickelten Verhältnisse klarzulegen und abzubilden. Dass diese hier und da zu beobachtende Verklebung der Spiremschlingen einen Umbiegungsprozess andeuten sollte, ist meiner Ansicht nach sehr unwahrscheinlich. Oft zweigen sich von einer Stelle aus drei oder mehr Schlingen ab, und dabei habe ich oft die Beobachtung gemacht, dass an den Ansatzpunkten der Zweige die Schlingen sehr chromatinarm und dünn erscheinen, wie in Fig. 11 bei a. Bei der Diskussion der Resultate werde ich dies näher zu begründen versuchen.

Das eigentliche Spiremstadium ist von kurzer Dauer. Und in derselben Anthere, wo das dicke Spirem in einem Antherenfach vorhanden ist, trifft man gewöhnlich in dem anderen das beginnende Strepsinemastadium an. Fig. 12 und 21 zeigen, wie hier und da in den Chromatinfäden die Längsspaltung zum Vorschein kommt. Dieses Stadium ist so oft beschrieben und abgebildet worden, dass ich mich sehr kurz fassen kann. Die Kernfäden erweisen sich als aus zwei umeinander gedrehten Teilfäden zusammengesetzt, die oft ziemlich stark umgebogen erscheinen, wie in Fig. 15. Dieses Stadium entspricht wohl der sog. »second contraction», wo die Chromatinfäden mehr oder weniger stark umgebogen erscheinen, um schliesslich sich um einander zu drehen. Fig. 15 sollte demnach so zu deuten sein, dass in einem folgenden Stadium die beiden Enden sich noch mehr einander nähern und mehr oder weniger vollständig miteinander verschmelzen. Einer solchen Deutung bei derartigen Figuren bei *Drosera* muss ich ganz entschieden widersprechen. Im allgemeinen sind die Schlingen in diesem Stadium weit offener. In Fig. 14 haben sich die Schlingen der Chromosomen noch weiter von einander abgebogen, wenigstens stellenweise, und ein Vergleich mit der vorigen

Figur zeigt, dass die Dicke der Teilfäden gegen einen Umbiegungsvorgang spricht. Wenn hier die von FARMER u. MOORE (5) und MOTTIER (32) für andere Objekte vertretene Ansicht anwendbar wäre, so sollten die dünnen Teilschlingen der Fig. 14 den dickeren Schlingen in Fig. 11 entsprechen, was sehr unwahrscheinlich ist. Bei × liegt ein Chromosom, das noch in demselben Stadium verharrt wie in Fig. 12. In diesem Stadium ist der Spiremfaden (wenn es überhaupt nur einen einzigen solchen gibt) segmentiert. Fig. 14 ist ein Teil des Kerns, von oben gesehen. Bei × liegt das eine Ende des Chromosoms. In den Übergangsstadien zur Diakinese werden die bisjetzt ziemlich chromatinarmen Gerüstfäden allmählich chromatinreicher. Das Chromatin wird aber nicht sofort gleichmässig nach der ganzen Länge der Chromosomen verteilt, sondern konzentriert sich zuerst an dem einen Ende jedes Chromosoms, und zwar an dem an der Kernmembran anliegenden (vgl. Fig. 16, 17). Jedes Chromosom besteht demnach aus einem chromatinreichen, an der Kernmembran anliegenden Teil und einem sehr chromatinreichen, in das Kernlumen hineinragenden. In diesem letzteren Teil kommt, besonders an CARNOY-Präparaten, die »Längsspaltung» oder besser die Zusammensetzung der Chromosomen aus zwei um einander gedrehten Fäden deutlich zum Vorschein (Figg. 17, 22—25). Vielleicht ist die Vermutung berechtigt, dass derjenige Teil der Chromosomen, worin das Chromatin sich zuerst konzentriert, die Stelle an der Kernmembran entspricht, wo die Prochromosomen vorerst zum Vorschein kamrn. Weniger deutlich tritt die Doppelstruktur der genannten chromatinarmen Anhängsel der Chromosomen an FLEMMING-fixierten und -gefärbten Präparaten hervor, wo der dickere Teil der Chromosomen im allgemeinen homogen rot gefärbt erscheint, während die dünneren Anhängsel derselben braun gefärbt werden oder ungefärbt bleiben (Figg. 26, 27).

Die genannte Struktur der Chromosomen, bevor sie das eigentliche Diakinesenstadium erreichen, habe ich in einer früheren Arbeit bereits abgebildet. Eine ähnliche Erscheinung hat neulich einer der Studierenden im hiesigen Laboratorium bei verschiedenen Compositeen beobachtet.

In diesem Stadium, also vor der eigentlichen Diakinese, zeigt sich eine Längsspaltung der Teilhälften in dem dickeren Teil der Chromosomen (Fig. 18, 28). Da, wie gesagt, der dickere Teil der Chromosomen immer an der Kernwand liegt, während der fadenförmige Teil oft in das Kernlumen hineinragt, nenne ich im Folgenden jenen den vorderen und diesen den hinteren Teil des Chromosoms. Die Längsteilung erscheint also zuerst im vorderen Teil der Chromosomen und schreitet allmählich nach der Mitte und dem hinteren Teil zu fort (vgl. auch Fig. 16 b). Diese Längsspaltung konstituiert die Teilungsebene im zweiten Teilungsschritt. In der Diakinese sieht man nach einiger Zeit die dünnen fadenförmigen Anhängsel im hinteren Teil der Chromosomen. Später schwinden sie ganz. Ich stelle mir vor, dass die chromatische Substanz von aussen in den Kern aufgenommen wird und sich allmählich in den Chromosomen, gleichzeitig mit der Verkürzung derselben, verbreitet. In der Diakinese zeigt sich die Längsspaltung der Gemini oft sehr deutlich, wie Fig. 29 zeigt und ich es früher (38 *a*) beschrieben habe. Bei der stattfindenden Verdickung der Doppelchromosomen in der Diakinese ist die Lage je zweier Teilchromosomen gegeneinander sehr

verschieden. Oft liegen sie mit ihrer früheren Längsachse parallel, oft aber zeigen sie sich weit von einander abgebogen, nur an dem einen Ende noch miteinander verbunden. Die für die Diakinese sonst so charakteristische Form der Gemini, umeinander gedrehte kürzere oder längere Stäbchen, kommt hier selten vor, da die Verkürzung derselben vor ihrer Einreihung in die Kernspindel sehr weit geht. Stadien wie diejenigen in Fig. 11 und 12 der Arbeit BERGHS' habe ich nur sehr selten gesehen.

Infolge der verschiedenen Lage der Chromosomen der Gemini gegeneinander zeigen auch später in der vollen Diakinese die Längsspaltungen für die zweite Teilung eine sehr verschiedene Richtung zu einander, wie ich das schon früher gezeigt habe (ROSENBERG O., Über die Reduktionsteilung in Drosera. Stockholm 1904). Oft liegen die Achsen einander parallel, oft stehen sie senkrecht zu einander,

Die weiteren Stadien der Reduktionsteilung habe ich früher beschrieben; sie zeigen nichts Besonderes gegenüber dem gewöhnlichen Schema.

Die Resultate meiner Untersuchung der Vorbereitung zur heterotypischen Teilung in *D. rot.* und *D. long.* lassen sich also in folgende Sätze zusammenfassen:

In der Prosynapsis treten die Prochromosomen sehr deutlich in der Zahl der somatischen Chromosomen hervor. Dabei liegen oft je zwei nebeneinander.

Die paarige Anordnung der Prochromosomen wird allmählich deutlicher.

Die Lininfäden laufen nach den Prochromosomen hin, wobei eine paarige parallele Anordnung derselben allmählich deutlicher hervortritt.

In der Synapsis zeigen sich oft sehr deutlich paarige, um einander gedrehte Chromatinfäden.

Im Strepsinemastadium tritt eine Längsspaltung der Spiremfäden auf.

Eine Umbiegung der Spiremschlingen, zur Bildung der Gemini, wurde nicht beobachtet.

Die Längsspaltung wird immer deutlicher, während gleichzeitig die Gemini chromatinreicher werden.

Man kann einen vorderen, der Kernwand dicht anliegenden und chromatinreicheren Teil und einen in das Kernlumen hineinragenden, mehr oder weniger rein achromatischen hinteren Teil unterscheiden.

In der Diakinese oder früher zeigt sich die für die zweite Teilung bestimmte wirkliche Längsspaltung der Chromosomen.

Die Zahl der Gemini beträgt bei *D. rot.* 10, bei *D. long.* 20. Bei der gleichfalls untersuchten *Drosera intermedia* habe ich die Chromosomenzahl zu 10 feststellen können.

Drosera longifolia × rotundifolia.

I. Die somatische Teilung.

Auch in Kernen des Bastards lässt sich leicht das Vorhandensein der Prochromosomen feststellen. Die Zahl derselben habe ich mehrmals zu etwa 30 bestimmen können. Eine paarige Anordnung wurde hier und da gefunden (Fig. 30). Sie mag vielleicht auf Zufall beruhen, aber besonders in Archesporenkernen, also in den Mut-

terkernen der Gonotokonten, habe ich ganz deutlich das Vorhandensein von 9 oder 10 paarigen Prochromosomen beobachten können, während ebensoviele isoliert lagen. Es scheint mir dies nicht gut auf Rechnung des Zufalls gesetzt werden zu können, sondern wir haben darin wohl einen Ausdruck für die Annäherung der homologen Chro-

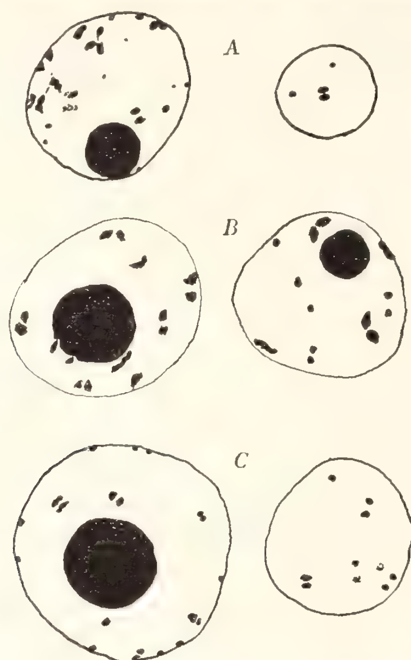


Fig. 12. *D. obovata.* Drei Pollenmutterzellkerne, jeder auf zwei Schnitte verteilt, im Ruhestadium, mit zum Teil paarigen Prochromosomen.

mosomen an einander zu erblicken, wie das STRASBURGER(47) schon für *Pisum* in der Metaphase der Kernteilung so schön gezeigt hat. Allerdings zeigte sich bei den Elternarten in mehreren Kernen eine paarige Anordnung der Prochromosomen, aber

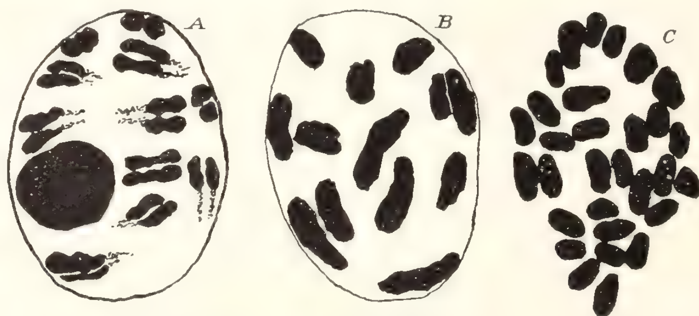


Fig. 13. *D. obovata.* Somatische Kernteilung; A, B Prophase, C Kernplatte, Polansicht.

oft auch isoliert liegende. Ich komme auf diesen Punkt noch später zurück.

Der Bastard wird durch die Kopulation eines *D. rot.*- und eines *D. long.*-Kerns gebildet. Er erhält demnach von *D. long.* 20 und von *D. rot.* 10 Chromosomen. In den Kernplatten somatischer Teilungsstellen lassen sich auch sehr leicht, besonders

an Carnoy-Präparaten, 30 Chromosomen beobachten. Es besteht keine Schwierigkeit, diese Zahl mit absoluter Sicherheit zu ermitteln, weil die Chromosomen sehr kurz sind und in der Kernplatte, in Polansicht, deutlich von einander abgegrenzt erscheinen. Wie ich schon früher bemerkt habe (38 *a*), sind die Chromosomen von *D. rot.* etwas grösser als diejenigen von *D. long.* Die in Textfig. 13 abgebildete Kernplatte lässt auch eine Verschiedenheit vermuten. Einige der Chromosomen sind deutlich grösser als die anderen, was ich an zahlreichen Kernplatten gesehen habe. Vielleicht könnte es darauf beruhen, dass einige der Chromosomen sich von den Enden, andere von der Seite zeigen. Es scheint mir jedoch nicht unmöglich, dass die Verschiedenheit der Chromosomen auf die Beschaffenheit der Elternchromosomen zurückzuführen ist. Die Verschiedenheit der Chromosomen ist allerdings nicht besonders gross, ich habe mich aber bemüht, die Grösse so naturgetreu wie möglich bei sehr starker Vergrösserung abzuzeichnen. Indessen will ich nicht allzuviel Gewicht auf diese Verschiedenheit legen. Für die Chromosomenindividualität, in gewisser Bedeutung genommen, ist ein solches Verhalten der Elternchromosomen im Bastard von nicht geringem Interesse, wie ich später zeigen werde. Eine viel stärker ausgesprochene Verschiedenheit zwischen den im Bastardkern enthaltenen Elternchromosomen zeigt der von Moenkhaus (30) angeführte Fall, wo die Chromosomen der einen Elternart doppelt so gross sind als die der anderen.

Textfig. 13 A zeigt ein Prophasenstadium eines somatischen Kerns. An vielen der jetzt längs gespaltenen Chromosomen zeigt sich an dem einen Ende derselben nur eine schwach gefärbte Fortsetzung, die sehr an die oben (S. 24) bei der Diakinese der Elternarten beschriebenen Verhältnisse erinnert. Meines Erachtens deutet dies darauf hin, dass eine gewisse Polarität in den Chromosomen besteht, derart, dass bei den Prochromosomen die Chromatinaufspeicherung beginnt und sich allmählich nach den übrigen Teilen des Chromosoms ausbreitet. Kurz vor der Auflösung der Kernwand sind derartige achromatische Fortsätze verschwunden (Textfig. 13 B).

Die Reduktionsteilung bei der Pollenbildung.

Fig. 31 zeigt einen Pollenmutterzellenkern in einem sehr frühen Stadium, bevor noch eine Andeutung zur Teilung vorhanden ist. Die Grösse des Kerns ist bedeutender als die eines gewöhnlichen somatischen Kerns, bedeutend kleiner aber als in dem folgenden Synapsisstadium. Die allgemeine Struktur des Kerns ist gleich dem entsprechenden Stadium bei den Elternarten. Gewöhnlich ein, höchstens zwei Nucleolen in einem fein verteilten Chromatingerüst; an Carnoy-fixierten und mit Eisenhämatoxylin gefärbten Präparaten ist dies letztere ungefärbt. Nur an der Kernmembran zeigen sich die Prochromosomen als kleine, intensiv dunkel gefärbte Körner. Die Anordnung derselben im Kern zeigt dieselbe Eigentümlichkeit wie in den somatischen Kernen, aber noch ausgesprochener. In mehreren Fällen, mit besonders scharf hervortretenden Prochromosomen, habe ich gefunden, dass sie zu einem Teil paarig auftreten, wobei die Anzahl der Doppelchromosomen sich um 10 herum bewegt und

ebensoviel einfache vorhanden sind. In Fig. 31 sieht man wenigstens 16 Prochromosomen deutlich zu Paaren vereinigt, während wenigstens 8 mehr isoliert liegen. In späteren Stadien wird diese Teilung in Doppel- und Einzelprochromosomen noch deutlicher, und ich halte es für höchst wahrscheinlich, dass wir hierin einen Ausdruck für die von mir früher (38) in Kürze geschilderte, sehr eigentümliche Chromosomenbindung bei der Reduktionsteilung dieses Bastards haben. Hier wie in anderen ähnlichen Fällen ist es ja selbstverständlich, dass nicht alle Kerne gleichdeutlich diese Anordnung der Prochromosomen zeigen, aber besonders bei Flächenansicht des Kerns sieht man deutlich die doppelten und einfachen Prochromosomen. Bei den nach der Kontur des Kerns hin liegenden ist es oft ziemlich schwer zu entscheiden, ob es zwei mehr oder weniger vereinigte oder isolierte Prochromosomen sind, die man vor sich hat. Indessen zeigt es sich, besonders in späteren Stadien, wenn auch gewöhnlich nur nach einem sehr eingehenden Studium des Kerns, dass die Anzahl doppelter und

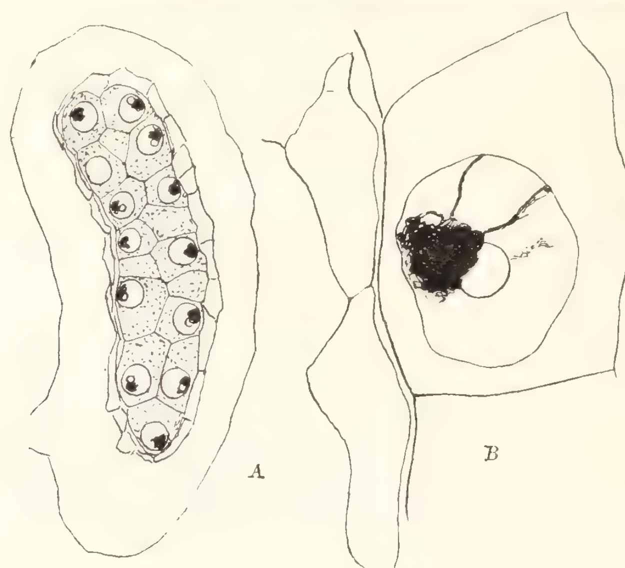


Fig. 14. *D. obovata.* A Längsschnitt durch das Antherenfach, die Pollenmutterzellen in Synapsisstadium; Flemming-Präparat; B Pollenmutterzelle desselben Antherenfaches, stärker vergrössert.

einfacher Chromosomen ungefähr gleich ist. 20 von den Chromosomen des Bastards stammen ja von *D. long.* und 10 von *D. rot.* her. Es scheint mir also die einzige Erklärung für das erwähnte Verhältnis die zu sein, dass die 10 doppelten Prochromosomen jedes aus 1 *D. rot.*- und 1 *D. long.*-Prochromosom bestehen, und dass die 10 einfachen den übrigbleibenden 10 *D. long.*-Prochromosomen entsprechen.

In dem späteren Prosynapsisstadium sind die Prochromosomen etwas grösser und treten deutlich und scharf von dem übrigen Kerngerüst getrennt hervor. Dieses letztere wird mehr aufgelockert und erweist sich als aus einem Wirrwarr in einander verschlungener Kernfäden bestehend, die allmählich chromatische Substanz aufzunehmen scheinen und demgemäss deutlicher von Eisenhämatoxylin gefärbt werden.

Dann tritt das Synapsisstadium (Fig 40) ein, bei dessen Beginn noch die Prochromosomen deutlich von dem nur schwach gefärbten Kerngerüst differenziert sind.

In dem eigentlichen Synapsisstadium wird indessen auch dieses gefärbt. Es scheint, als wenn die chromatische Substanz von den Prochromosomen aufgenommen und in dem Kernnetz verteilt würde.

In Textfig. 14 A ist ein Antherenfach abgebildet, mit den Pollenmutterzellen im Synapsisstadium. Bemerkenswert ist die deutliche Verteilung des Kerngerüstes nach dem der Tapetenzellenschicht zugewendeten Teile des Kernlumens hin. Es ist nicht ausgeschlossen, dass hierbei die Fixierungsflüssigkeit auf die Lage der Kernmasse eingewirkt hat. Es ist ja oft, besonders von zoologischer Seite, behauptet worden, dass das Synapsisstadium ein Artefakt ist, das nicht in dieser Form in wohlfixiertem Material auftritt (s. oben). CARDIFF fasst die einseitige Lage der Klumpen als auf der Schwerkraft beruhend auf, die indessen wenigstens in dem vorliegenden Fall nicht die Ursache sein kann.

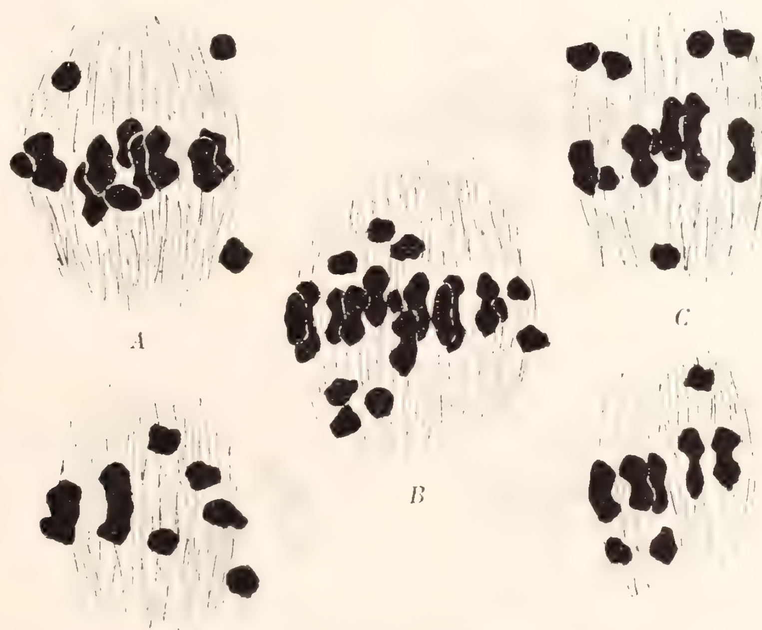


Fig. 15. *D. obovata.* Drei Kerne der Pollenmutterzelle in der Metaphase; in allen sind 10 doppelte und 10 einfache Chromosomen deutlich zu sehen.

Die nächstfolgenden Entwicklungsstadien stimmen mit dem überein, was bei den Elternarten stattfindet. In Fig. 40 sieht man die parallele Anordnung der Kernfäden. Dann folgt das Spiremstadium, das ja ein sehr eigentümliches Aussehen aufweisen müsste, wenn die oben vertretene Auffassung von dem Reduktionsakt ihre Richtigkeit hätte. Bestände der Reduktionsakt in einer Vereinigung von homologen Elternchromosomen ihrer ganzen Länge nach und nicht nur an ihren Enden, so sollten im Spiremstadium teils dickere Spiremfäden, teils dünne auftreten. Dies zu entscheiden ist indessen sehr schwer. Ich habe zwar oft schmale, feine Fäden unter den dickeren Spiremfäden eingemischt gefunden, aber so etwas kann man oft auch bei den Elternarten, wenigstens im frühen Spiremstadium, sehen; und hier beruht es wahrscheinlich darauf, dass die Konjugation gewisser Fäden verzögert worden ist.

Besonders an FLEMMING-fixiertem Material ist es sehr schwer, diese Frage zu entscheiden; und mein CARNOY-fixiertes Material war gerade für dieses Stadium nicht so reichlich, wie es erwünscht gewesen wäre. Ich muss daher diese Frage vorläufig offen lassen. Könnte man hier deutlich und klar das Vorkommen von doppelten und einfachen Fäden auch in den späteren Phasen des Spiremstadiums nachweisen, so wäre ja hierdurch eine gute Stütze für die Juxtapositionstheorie (HÄCKER (15) gefunden. Der anderen Auffassung gemäss wäre jedoch die Doppelnatur der Kernfäden im Spiremnetz nur ein Ausdruck für eine wirkliche Längsspaltung der Chromosomen, die im zweiten Teilungsschritt vollbracht wird. Indessen zeigen die folgenden Entwicklungsstadien der Reduktionsteilung, dass die erstere Auffassung in diesem Fall die grössere Wahrscheinlichkeit für sich hat.

Die Diakinese habe ich früher (37) beschrieben. In diesem Stadium treten

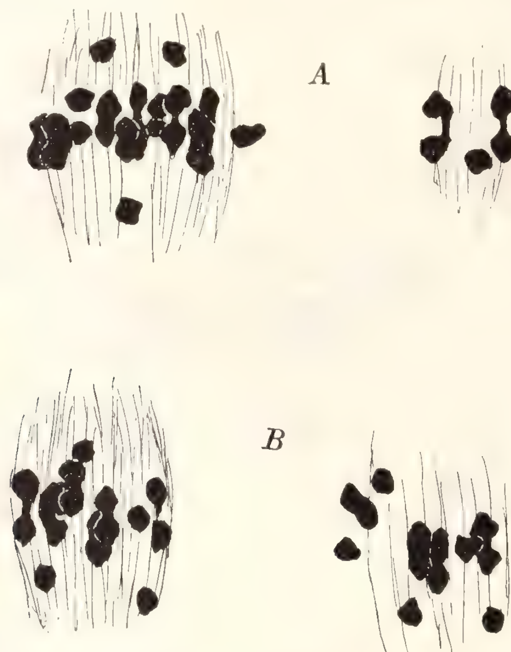


Fig. 16. *D. obovata.* Dasselbe Stadium wie in Fig. 15.

mit wünschenswertester Deutlichkeit 10 doppelte und 10 einfache Chromosomen der Kernwand anliegend auf.

Es folgt nun die Metaphase des ersten Teilungsschrittes, die ich gleichfalls oben kurz beschrieben habe. Mein Material war für dieses Stadium ziemlich reichlich, und ich habe an mehreren Hunderten derartiger Spindelfiguren die so interessante Verteilung von Doppel- und Einzelchromosomen beobachten können. Ich möchte bemerken, dass in allen untersuchten Fällen, wo ich deutliche Profilstellungen der Spindelfiguren vor mir gehabt habe, 10 doppelte, in der Mitte eingeschnürte Chromosomen sich im Äquator zeigten, während 10 einfache, deutlich um die Hälfte kleinere Chromosomen meistens an den Rändern ober- oder unterhalb der Äquatorialplatte verteilt waren (Fig. 35, Textfig. 25, 16). Eine sehr schöne Figur in dieser Hinsicht ist Textfig. 15 B, welche die ganze Spindelfigur auf einem Schnitt zeigt, und wo

kein Zweifel über die Anzahl einfacher und doppelter Chromosomen obwalten kann. Wie ich schon oft zu erwähnen Anlass gehabt habe, ist es im allgemeinen sehr leicht, die Chromosomen bei *Drosera* zu zählen, da sie kurz und gewöhnlich deutlich von einander getrennt sind. Manchmal, wenn eine andere Chromosomenanzahl vorhanden gewesen, z. B. 9 doppelte und 11 einfache, ist eines von diesen einfachen deutlich eigentlich ein doppeltes Chromosom gewesen, aber so orientiert, dass man es von dem einen Ende aus sah. Textfig. 16 B bietet einen derartigen Fall, wo offenbar ein Doppelchromosom etwas ausserhalb des Äquators zwischen zwei Einzelchromosomen liegt. Ich kann also mit absoluter Sicherheit feststellen, dass in *D. obovata* 10 Doppel- und 10 Einzelchromosomen in der Metaphase des ersten Teilungsschrittes vorkommen. Wie man dieses Verhältnis aufzufassen hat, erscheint mir auch klar. Die 10 Doppelchromosomen bestehen jedes aus 1 *D. rot.*- und *D. long.*-Chromosom, während die übrigen 10 einfachen Chromosomen *D. long.*-Chromosomen sind. Ich sehe hierin einen sehr kräftigen Beweis für den zuerst von MONTGOMERY (31) aufgestellten Satz, dass der Reduktionsakt in einer Vereinigung von je zwei homologen Elternchromosomen besteht. Eine andere Deutung des angeführten Verhältnisses scheint mir nicht möglich. Man könnte sich vorstellen, dass die Doppelchromosomen aus den 20 *D. long.*-Chromosomen beständen; solchenfalls wäre es aber eigentümlich, weshalb nicht die 10 *D. rot.*-Chromosomen sich auf dieselbe Weise vereinigen könnten, so dass die Spindelfigur 15 Doppelchromosomen zeigte.

Die Annahme, dass die 10 einfachen Chromosomen von 5 doppelten *D. rot.*-Chromosomen herstammten, die aus der einen oder anderen Ursache sich früher voneinander getrennt hätten als die *D. long.*-Chromosomen, hat keine Wahrscheinlichkeit für sich, da teils die Verteilung dieser einfachen Chromosomen näher nach dem einen oder anderen Pol zu sehr unregelmässig ist, teils schon in der Diakinese sich eine derartige Scheidung in einfache und doppelte Chromosomen findet. In einem früheren Aufsatz habe ich auf den Umstand hingewiesen, dass die Doppelchromosomen sich oft als aus einem grösseren und einem kleineren Chromosom bestehend erweisen, und ich deutete die Möglichkeit an, dass dies darauf beruhen könnte, dass die *D. long.*-Chromosomen kleiner sind als die *D. rot.*-Chromosomen. Ich habe mehrmals einen derartigen Unterschied zwischen den beiden Teilchromosomen beobachten können, ebenso oft aber stimmen sie bezüglich der Grösse ziemlich überein. Dies letztere könnte ja darauf beruhen, dass die Doppelchromosomen von verschiedenen Seiten her verschieden erscheinen, und tatsächlich sind die Chromosomen, besonders in späteren Stadien, deutlich verschieden, aber allzuviel Gewicht dürfte der angedeuteten Verschiedenheit der ersten Spindelfigur nicht beizumessen sein. Ein Vergleich zwischen der Grösse der Chromosomen in den in Fig. 34 und 36 abgebildeten Spindelfiguren von *D. long.*, bezw. *D. rot.* zeigt jedenfalls, dass ein deutlicher, wenn auch geringer Unterschied zwischen den Chromosomen der beiden Arten statthat.

Es folgt dann die Telophase und Fertigstellung der Tochterkerne. Hierbei tritt ein deutlicher Unterschied in dem Verhalten der verschiedenen Chromosomgruppen hervor. Die Teilchromosomen der 10 Doppelchromosomen trennen sich von einander und wandern in regelmässiger Weise nach den Polen. Die 10 Einzelchromo-

somen dagegen verhalten sich sehr unregelmässig. Es scheint, als wenn die Anheftung der Spindelfasern in regelmässiger Weise nur an den Doppelchromosomen stattfände, während die Einzelchromosomen nur zufälligerweise nach dem einen oder anderen Pol transportiert würden. Man sieht auch oft diese Chromosomen in dem Äquator oder mehr oder weniger in der Nähe der Tochterkerne zurückgelassen (Fig. 37), und hierbei scheint ihre Verteilung an den einen oder anderen Pol ganz auf Zufall zu beruhen. Das Schicksal der Einzelchromosomen ist sehr verschieden. Einige wandern wohl mit in die Tochterkerne hinein, wobei die Chromosomanzahl in diesen Kernen eine ziemlich verschiedene wird, wie ich das in mehreren Fällen habe beobachten können. Die Chromosomen, die zurückgelassen werden, können oft in das Ruhestadium über-

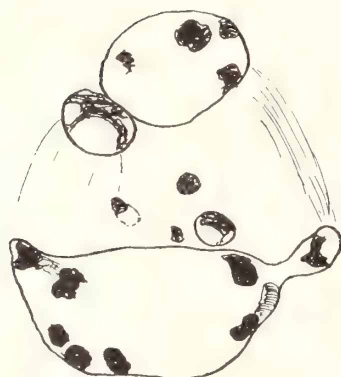


Fig. 17. *D. obovata* Pollenmutterzelle. Telophase der ersten Teilung; die Tochterkerne verschieden gross, einige Zwergkerne sind ausgebildet.

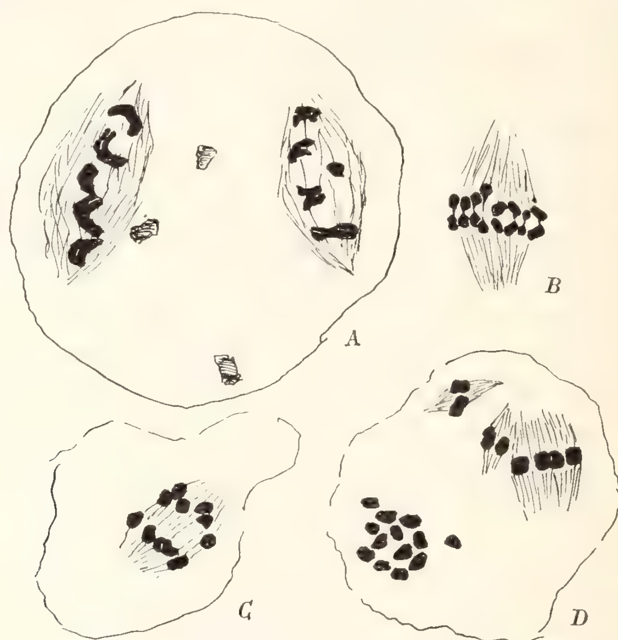


Fig. 18. *D. obovata*. A Prophase der zweiten Teilung; B, C beginnende Anaphase; D Metaphase. Die Kernplatte links unten zeigt 12 Chromosomen, zwei Zwergspindeln mit je zwei Chromosomen haben sich in der Nähe der grösseren Spindel ausgebildet; die Chromosomen entsprechen wahrscheinlich den univalenten in der ersten Teilung.

gehen, sich vakuolisieren und mit einer Kernmembran umgeben, auf diese Weise einige oder mehrere Zwergkerne neben den beiden eigentlichen Tochterkernen bildend. In Textfig. 17 ist ein derartiger Fall, wie er oft wiederkehrt, abgebildet. Die genannte Figur ist auch wegen der verschiedenen Grösse der Tochterkerne bemerkenswert. Es ist meines Erachtens nicht unwahrscheinlich, dass wenigstens einer von den Zwergkernen bei dem kleineren Tochterkern schliesslich mit diesem verschmilzt. In der zweiten Teilung zeigen sich nämlich die Zwergkerne nicht so oft.

Indessen erfolgt bald die zweite Teilung. In Textfig. 18 A ist ihre Prophase abgebildet. Die Chromosomen sind deutlich längsgeteilt, und die Spindelfasern beginnen sich zu entwickeln. Zwischen den beiden Kernen sind jetzt Chromosomen zu sehen, die offenbar zwischen den beiden Tochterkernen bei der ersten Teilung zurück-

gelassen worden sind. Es scheint, als wenn die meisten derartigen Chromosomen in kein Ruhestadium zur Bildung von Zwergkernen einträten. Eine Auflösung dieser im Plasma scheint noch nicht vorzukommen, da die Gesamtzahl der Chromosomen während der zweiten Teilung andauernd 30 beträgt. Textfig. 19 zeigt einige Stadien aus der zweiten Teilung, aus welchen hervorgeht, dass diese meistens bemerkenswert regelmässig verläuft. In vielen Fällen werden die genannten Einzelchromosomen in eine der beiden Spindelfiguren aufgenommen (Textfig. 19 A) und auf regelmässige



Fig. 19. *D. obovata.* Pollenmutterzellen im zweiten Teilungsschritt; A. B frühe Metaphase; zwischen den Spindeln liegt ein Einzelchromosom, das durch ein System von Spindelfäden mit der rechten Spindelfigur in Verbindung steht; in den Spindelfiguren zeigen sich 13, bezw. 17 Chromosomen; C, D, F, G, H Kernplatten in Pol- und Seitenansicht; E Polansicht von zwei mit einander verschmelzenden Kernplatten.

Weise längsgeteilt. In Fig. E, die das Metaphasenstadium von oben her darstellt, sind die beiden Spindelfiguren miteinander verschmolzen, die Chromosomenanzahl beträgt 29, möglicherweise decken zwei Chromosomen einander. Interessant ist es, die verschiedenen Chromosomenzahlen bei der zweiten Teilung zu sehen, wie folgende Tabelle für eine Anzahl Pollenmutterkerne zeigt:

Chromosomen der beiden Spindelfiguren	Chromosomen zwischen den Spindelfiguren
16 , 14	0
17 , 13	0
16 , 13	1
18 , 12	0
15 , 14	1
15 , 13	1

Die letzte Reihe zeigt, dass ein Chromosom in dem Plasma aufgelöst worden ist, aber bei diesem Stadium relativ selten.

Ich habe an einer Anzahl Kerne die Anzahl der Chromosomen in der zweiten Teilung gezählt und folgende gefunden:

Chromosomanzahl:	11	12	13	14	15	16	17	18
Zahl der Kerne:	1	3	7	3	4	6	1	1

Viel Kerne sind ja nicht untersucht worden, das Angeführte aber zeigt, dass eine sehr grosse Variation in der Chromosomenanzahl stattfindet. Die gewöhnlichsten Chromosomenzahlen sind 13 und 16, was wohl darauf hindeutet, dass wenigstens ein Chromosom ausserhalb der Kerne gelassen worden ist und nicht an der Bildung der 4 Pollenkerne teilnimmt. Trotz dieser grossen Verschiedenheit des Chromosomenbestandes verläuft die Teilung bemerkenswert regelmässig. Besonders Textfig. 20 A deutet hierauf hin und zeigt gleichzeitig, dass die Kernplatten eine ziemlich verschiedene Chromosomenanzahl haben.

Textfig. 18 D zeigt offenbar Entwickelungsstadien von Fällen wie Fig. 17, wo ein oder mehrere Zwergkerne gebildet worden sind. Diese teilen sich dann gleichzeitig mit den grösseren Kernen, wobei kleine Spindelfiguren mit 1 oder 2 Chromosomen entstehen. In Textfig. 19 A ist eine derartige Figur während der fortgesetzten Teilung in die eine der grösseren Spindelfiguren hineingezogen worden.

Die Chromosomen gehen auf gewöhnliche Weise auseinander (Textfig. 18 B, C). Nicht selten werden auch in der zweiten Teilung einige Chromosomen zwischen den neuen Tochterkernen zurückgelassen (Textfig. 20 D, E).

Eine derartige Unregelmässigkeit bei der Teilung, d. h. die Bildung von Zwergkernen, erinnert an das Verhältnis bei *Hemerocallis*, nach Juel's Beschreibung. Neulich hat Beer (Ann. of Botany 1907) in einem interessanten Aufsatz etwas Ähnliches bei *Fuchsia* nachgewiesen. Er weist (S. 306) darauf hin, dass die erste Teilung unregelmässig verläuft, »that the numerous, small chromosomes move very unevenly towards the spindle poles, and some, either singly or in groups, lay behind the rest«. Diese bilden gewöhnlich einige Kerne, seltener degenerieren sie. Die zweite Teilung geht regelmässiger vor sich als die erste.

Eben dieser Umstand scheint mir die Auffassung zu bestätigen, dass die erste Teilung wesentlich verschieden von der zweiten ist, welch letztere eine gewöhnliche Äquationsteilung ist. Er zeigt zugleich, dass die Chromosomenzahl hier nicht auf die regelrechte Funktion des Teilungsmechanismus einwirkt.

Indessen zeigt es sich, dass bei dem Bastard zu Ende der zweiten Teilung Unregelmässigkeiten auftreten. Hier und da, wenn auch nicht allzuoft, sieht man, dass einige Chromosomen ausserhalb der Tetradenkerne zurückgelassen werden (Fig. 38) und sich zu Zwergkernen entwickeln. Vor allem aber zeigen sich in dem Protoplasma der Pollenmutterzellen anormale Verhältnisse, indem dieses an Mächtigkeit abzunehmen scheint. Im Vergleich mit dem entsprechenden Stadium bei den Elternarten ist das Plasma des Bastards augenscheinlich in weniger reichlicher Menge vorhanden. Dieser Umstand ist für andere Bastarde zuerst von TISCHLER (49, 50) erwähnt worden, u. a. in seiner letzten, sehr interessanten Arbeit über *Mirabilis*-Bastarde. Relativ oft trifft man auch kollabierte Pollenmutterzellen an, was wohl

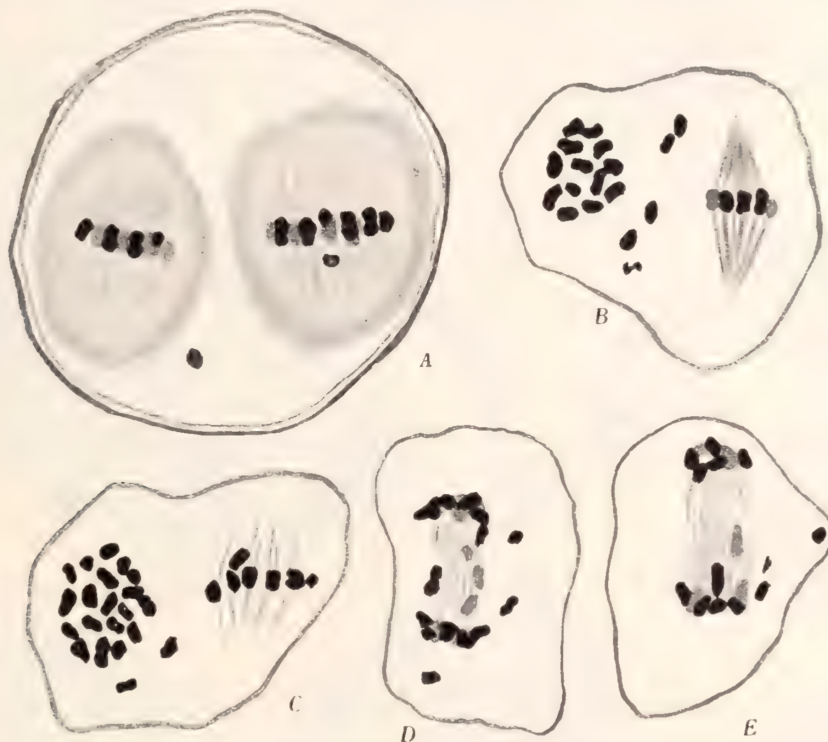


Fig. 20. *D. obovata.* Pollenmutterzellen mit den Kernen in Metaphase und Anaphase der zweiten Teilung; die Kernplatte in B zeigt 13 Chromosomen; wenigstens 4 Chromosomen liegen frei zwischen den beiden Kernen; in C sind 19 Chromosomen in der linken Kernplatte zu zählen.

in Zusammenhang mit dem geringen Plasmagehalt steht. Indessen will ich ausdrücklich betonen, dass in vielen Fällen kein eigentlicher Unterschied im Plasma gegenüber den Elternarten besteht, je weiter aber die Entwicklung der Pollenzellen fortschreitet, um so öfter zeigen sich derartige Desorganisationsphänomene in den Zellen der Tetrade. Es scheint, als wenn wohl die zweite Kernteilung einigermassen regelmässig vor sich gehen könnte, dass aber von der definitiven Trennung der Chromosomen zur Bildung der Kerne der Tetrade, der Pollenkerne, an die Unregelmässigkeiten deutlicher hervortreten. In welchem Verhältnis dies zu einer vermuteten »Unverträglichkeit der Chromosomen» im Bastard bei der Reduktionsteilung steht, ist schwer zu entscheiden, und diese Frage dürfte zweckmässiger im Zusammenhang mit anderen Verhältnissen weiter unten in dieser Arbeit diskutiert werden.

Textfig. 21 A zeigt ein nicht seltenes Verhältnis zu Ende der Tetradenteilung. Die Verbindungsfasern zwischen den Kernen der Tetrade (2 in dem Schnitt abgebildet) sind reichlich entwickelt, ausserdem sind die 4 Zwergkerne durch ein deutliches Fasersystem unter einander und mit den eigentlichen Tetradenkernen verbunden.

Schliesslich werden die Pollenzellen von einander abgegrenzt, wobei man oft sieht, dass auch einige der Zwergkerne nebst dem umgebenden Plasma sich zu Zwergpollenzellen entwickeln. In Textfig. 21 B ist ein derartiges Stadium abgebildet, mit zwei Zwergzellen nebst den 4 eigentlichen Pollenzellen. In anderen Fällen ist ein kleiner Zwergkern in dem Plasma der Pollenzellen eingeschlossen und scheint nicht die Bildung einer eigentlichen Zelle veranlassen zu können (Textfig. 22 A).

Eine Isolierung der einzelnen Pollenzellen von einander kommt bei *Drosera* nicht vor, sondern alle Zellen der Tetrade sind miteinander vereinigt, auch wenn die Pollenzellen vollentwickelt sind. Der Plasmagehalt in den Pollenzellen des Bastards ist



Fig. 21. *D. obovata.* Pollenmutterzellen nach der Tetradenteilung; vgl. Text S. 35.

merklich geringer als bei den Elternarten, aber noch scheinen im allgemeinen keine eigentlichen Desorganisationszeichen vorhanden zu sein. Durch die Fixierungsflüssigkeit wird ja der Zelleninhalt ziemlich stark kontrahiert. In vielen Fällen habe ich jedoch nahezu vollentwickelte Pollentetraden angetroffen, die völlig normal erschienen. Sowohl die Exine als die Intine kommt zur Entwicklung (Textfig. 22 E, 23 A), und ein Zusammenschrumpfen der Pollenzellen, bevor noch die Exine sich entwickelt hat, habe ich nur äusserst selten angetroffen. In den Antherenfächern, die im Begriff stehen sich zu öffnen, ist die Exine der Pollenzellen in gleichhohem Grade entwickelt wie bei den Elternarten, trotzdem auf diesem Stadium in den meisten Fällen nur Spuren von Zellinhalt mit sehr chromatinarmen Kernen beobachtet werden können. Dieses Verhältnis stimmt mit dem überein, welches Tischler (50) bei einigen Bastarden gefunden hat, und könnte ja als ein Hinweis darauf angesehen werden, dass die Ausbildung der Exine unter dem Einfluss umgebender Gewebe, speziell der

mehr oder weniger aufgelösten Tapetenzellenschicht, steht. Bei *D. ob.* scheint indessen die Entwicklung der Exine zu einem Zeitpunkt vollendet zu sein, wo noch deutliches Plasma und ein wenn auch sehr chromatinarmer Kern in der Zelle vorhanden sind. Indessen deuten ja eine Menge anderer Umstände darauf hin, dass die Exine nicht unter dem Einfluss der Tätigkeit der Pollenzelle steht. Eine andere Sache ist es offenbar, wenn es sich um die Grösse und die Form der Pollenzelle, speziell um ersteres handelt. Dabei ist wohl die Kernplasmarelation bestimmend.

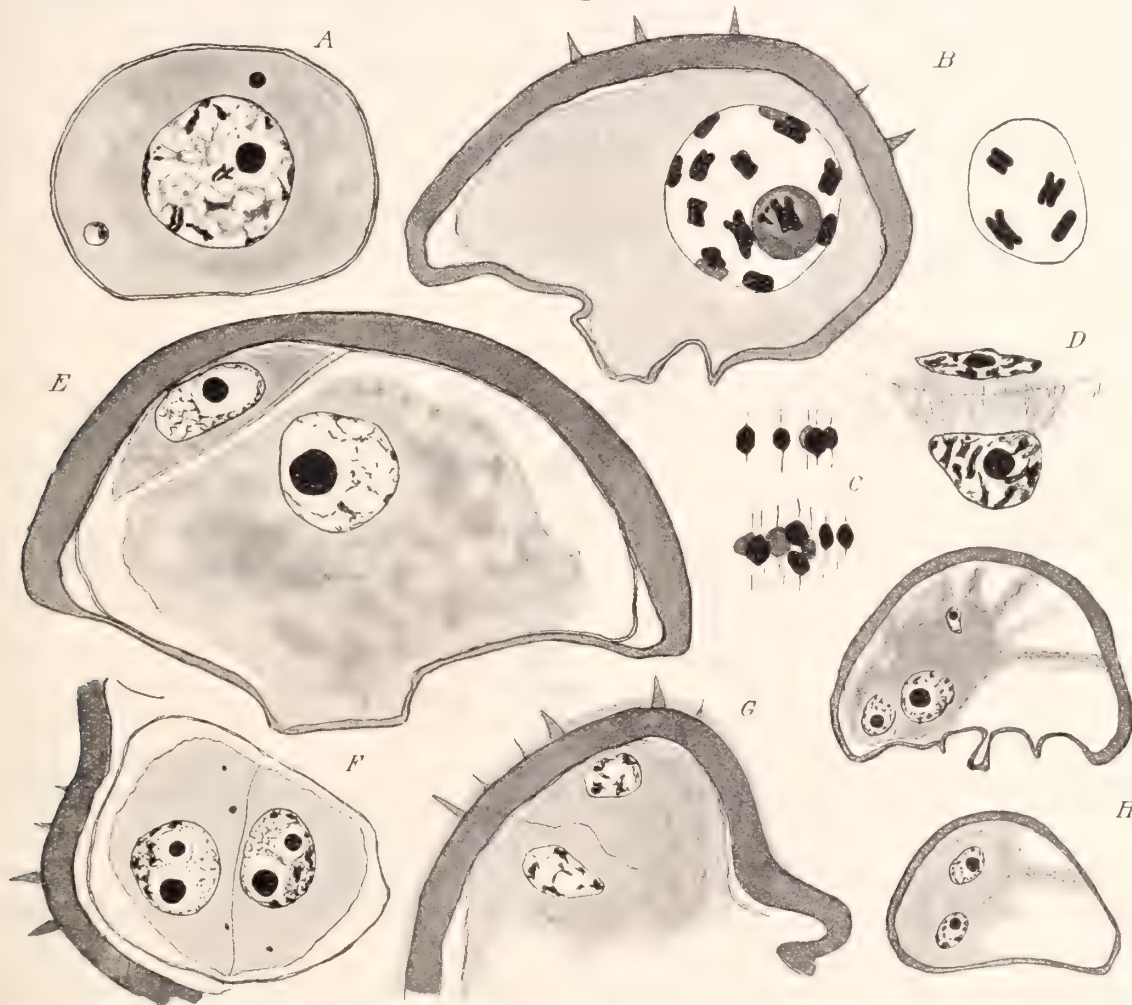


Fig. 22. *D. obovata* Entwicklung der generativen Zelle. A Ruhestadium des Pollenkerns, links unter einem Zwergkern; B Prophase mit ungefähr 18 Chromosomen; C Metaphase, Seitenansicht, in zwei Schnitten 13 Chromosomen; D Telophase; E vollendete Teilung der Pollenzelle; F, G unregelmässige Teilung, wo die beiden Kerne und Zellen ungefähr von derselben Grösse sind; H. Pollenzelle mit 5 freien Kernen.

Die Entwicklung der Pollenzellen.

Bei einem Stadium in der Entwicklung der Blüte, wo die Embryosackmutterzellen in den Samenknospen in Reduktionsteilung eintreten, zeigen sich die ersten Andeutungen zur Teilung in dem Kern der Pollenzelle. Vor diesem Zeitpunkt hat jedoch der Kern ein längeres Ruhestadium durchlaufen, währenddessen die Exine und

Intine zu voller Entwicklung gekommen sind. Hierbei treten die Prochomosomen manchmal sehr deutlich hervor, und dies hat es ermöglicht, einigermassen sicher die Chromosomenanzahl in den verschiedenen Kernen der Tetrade festzustellen. Im allgemeinen hat es sich gezeigt, dass die Gesamtzahl Prochromosomen in allen Kernen (event. auch Zwergkernen) der Tetrade in bemerkenswerter Weise gleich der ist, die man zu erwarten berechtigt wäre, wenn die Reduktionsteilung völlig regelrecht vor sich gegangen wäre, d. h. sie hält sich um 60 herum. Die Chromosomenanzahl in jedem der verschiedenen Kerne in der Tetrade ist jedoch sehr verschieden. Die gewöhnlichst vorkommenden Zahlen, die ich (nach Untersuchung einer grossen Menge Kerne) gefunden, sind 13, 14 und 15, vor allem 14. Aber auch 10 und 11 Chromosomen kommen hier und da vor. Hierbei habe ich zu finden geglaubt, dass diejenigen Kerne, die eine grössere Anzahl Prochromosomen, m. a. W. Chromosomen, aufweisen, auch ein grösseres Volumen als die übrigen zeigten, welches Verhältnis ja bereits früher, beispielsweise in GERASSIMOW's interessanten Arbeiten, nachgewiesen worden ist.



Fig. 23. *D. obovata.* Teilung des Pollenkerns. A, B Metaphase, 15 Chromosomen; C Metaphase in Polansicht, 13 Chromosomen; D die Abgrenzung der generativen Zelle vollendet.

Indessen tritt schliesslich der Kern der Pollenzelle in neue Teilung ein, und es hat den Anschein, als wenn in den meisten Pollenzellen eine derartige Teilung vor der schliesslichen Desorganisation zustandekommt.

In Textfig. 22 B ist eine Diakinese in zwei Schnitten mit 18 längsgespaltenen Chromosomen abgebildet. Textfig. 23 A zeigt ein Metaphasenstadium mit 15 Chromosomen im Äquator, Textfig. 22 C ein ähnliches mit 13 Chromosomen, und in Textfig. 23 C ist eine Kernplatte in Polansicht mit 13 Chromosomen abgebildet. Besonders in dieser letzteren Figur sieht man deutlich eine Verschiedenheit in der Grösse der Chromosomen; vier Chromosomen sind ganz bestimmt grösser als die übrigen und können möglicherweise als den *D. rot.*-Chromosomen entsprechend angesehen werden. Fig. 22 D zeigt den Pollenzellkern in später Telophase. In diesem Falle besteht eine bestimmte Verschiedenheit in der Grösse der Kerne. Der kleinere wächst zum generativen Kern aus, der grössere wird zum vegetativen Kern. Eine Zellplatte ist in den Verbindungsfasern und, wie das gewöhnlich bei dieser Teilung

der Fall ist, deutlich näher dem zukünftigen generativen Kern ausgebildet worden. In Textfig. 22 E und 23 B ist die generative Zelle völlig von der übrigen Pollenzelle abgegrenzt worden und liegt ganz dicht an der Exine. Oft trifft man jedoch Pollenzellen an, wo eine derartige Verschiedenheit in der Entwicklung der Tochterkerne nicht zum Vorschein kommt. Das ist der Fall in den Textfiguren 22 F und G. In Textfig. 22 F hat die Pollenzelle sich in zwei gleichgrosse Zellen geteilt, ein Verhältnis, das jedoch auch, obwohl sehr selten, bei den Elternarten angetroffen werden kann (vgl. ROSENBERG, 34). Wenn die Tochterkerne keine Verschiedenheit in der Grösse zeigen, ist es auch gewöhnlich, dass die Pollenzelle sich nicht in neue Zellen teilt, sondern die Kerne frei in der Pollenzelle liegen. In Textfig. 22 H ist ein Fall abgebildet, wo ausser den zwei eigentlichen Kernen auch einige Zwergkerne zur Entwicklung gekommen sind.

Aus der von der Entwicklung der Pollenzelle gegebenen Darstellung geht hervor, dass die Kernteilungsvorgänge selbst im grossen und ganzen normal vor sich gehen. Der Pollenkern teilt sich in gewöhnlichen Fällen in zwei Kerne, und die genaueren Einzelheiten hierbei unterscheiden sich nicht nennenswert von den Verhältnissen bei den Elternarten. Es kann sogar zur Entwicklung einer scharf differenzierten generativen und vegetativen Zelle, mit den typischen Grössenunterschieden, kommen. Eine weitere Teilung des generativen Kerns, wie sie bei *D. rot.* und *long.* das Typische vor der Pollenschlauchentwicklung ist, habe ich jedoch bei dem Bastard nicht beobachten können, und sie dürfte auch nicht vorkommen, denn bald nach der Teilung des Pollenkerns treten deutliche Degenerationszeichen, auf und beim Öffnen der Staubbeutel ist der Zellinhalt sehr reduziert und die Pollenzellen wahrscheinlich abgestorbene Bildungen, jedoch stets mit vollentwickelter Exine. In einigen Fällen habe ich das Vorkommen der charakteristischen Papillenbildungen nachweisen können, die sich in grosser Anzahl entwickeln und wie ein Kranz die Basis der Pollenzellen umgeben (Textfig. 23 A). Im Verhältnis zu den Elternarten sind jedoch diese Bildungen sehr schwach entwickelt, ein Umstand, der seine Ursache wohl in dem zu diesem Zeitpunkt schwachen Protoplasmagehalt der Zellen hat. Eine Auswanderung eines generativen Kerns in diese Pollenschlauchanlagen habe ich niemals beobachtet. Bei den Elternarten sieht man es dagegen sehr oft. In den gewöhnlichen Fällen kommt es indessen bei dem Bastard nicht zu einer Differenzierung in einen generativen und vegetativen Kern, sondern die beiden neuen Kerne haben dieselbe Grösse. Es stimmt dies mit dem überein, was TISCHLER bei *Potentilla*- und *Syringa*-Bastarden nachgewiesen hat. Bemerkenswert ist also, dass in dem Kern der Teilungsmechanismus trotz der sehr anormalen Chromosomenzahlen nicht unregelmässig zu funktionieren scheint, sondern es den Anschein hat, als wenn die schliessliche Degeneration mit dem geringen Plasmagehalt in Zusammenhang stände.

In einem früheren Aufsatz (ROSENBERG, 39) habe ich eine Beschreibung der vollausgewachsenen Pollenkörner bei dem Bastard, verglichen mit denen seiner Elternarten, gegeben. Die Pollenkörner dieser letzteren unterscheiden sich recht sehr von einander, besonders was die Grösse, aber auch was die Form betrifft. Bei dem Bastard sind nun die Pollenzellen im allgemeinen ungefähr von derselben Form wie

bei *D. long.* Ziemlich oft trifft man indessen eine Dualität in der Entwicklung der Pollentetrade an. Zwei von den Pollenzellen zeigen sich nämlich oft merklich grösser als die beiden anderen. In seltenen Fällen glaubte ich dabei finden zu können, dass auch die Form der 2 Zellen von der der beiden anderen abwich, wobei zwei *D. long.* und zwei *D. rot.* glichen. Den Schluss, den ich hieraus zog, muss ich jedoch nunmehr für weniger zutreffend halten. Es ist sehr wahrscheinlich, dass dies nicht ein Ausdruck für eine durch die Reduktionsteilung geschehene Merkmalsspaltung ist, sondern sich auf andere Weise erklären lässt. Ich halte es sogar für das Wahrscheinlichste, dass in dem Fall, wo je zwei Zellen in der Tetrade sich durch verschiedene Grösse von einander unterscheiden, dies darauf beruht, dass die zweite Teilung ja eine Äquationsteilung ist und demnach eine ungefähr gleichgrosse Anzahl Chromosomen auf die beiden Tochterkerne verteilt wird, während bei der ersten Teilung die dabei gebildeten Tochterkerne oft eine untereinander sehr verschiedene Anzahl Chromosomen erhalten. Infolge der Kernplasmarelation werden daher die Zellen, welche die grössere Anzahl Chromosomen in ihren Kernen haben, grösser als die anderen.

Die Reduktionsteilung bei der Embryosackbildung.

Wie aus der obigen Darstellung der Pollenbildung des Bastards hervorgeht, ist das Endresultat das, dass es niemals, wenigstens höchst selten, zur Entwicklung reifer Pollenkörner kommt, sondern dass diese auf einer früheren oder späteren Stufe der Entwicklung desorganisiert werden, bis auf die Exine, die in den meisten Fällen zu voller Entwicklung gelangt. Es ist ja eine ziemlich allgemeine Erfahrung, dass die Staubgefässe bei Bastarden steril sind, während die Embryosäcke einen ziemlich hohen Grad der Entwicklung erreichen und sogar befruchtet werden können. Ich habe den *Drosera*-Bastard in dieser Hinsicht untersucht und gefunden, dass er wenigstens manchmal und nicht allzuselten vollentwickelte Embryosäcke hat.

Was den Reduktionsteilungsverlauf bei dem Bastard betrifft, so stimmt er mit dem überein, was ich bei der Pollenentwicklung gefunden habe. Das Prosynapsis-, Synapsis- und Diakinesenstadium geht normal vor sich. Bei der ersten Teilung zeigt sich eine Verteilung der Chromosomen in 10 Doppel- und 10 Einzelchromosomen, eine Tatsache, die ich bei einer grossen Menge Embryosackmutterzellen habe konstatieren können. In Textfig. 24 A ist das Anaphasenstadium abgebildet. In Textfig. 24 B und 25 B sind die Tochterkerne angelegt. Hier und da in ihrer Nähe sieht man zurückgelassene Einzelchromosomen. Einige von diesen Körpern können ja möglicherweise extranuklearen Nukleolen entsprechen. In Textfig. 24 C, D ist auf zwei benachbarten Schnitten die Anaphase der zweiten Teilung abgebildet. Gewöhnlich kommt dabei die Längsachse der Spindel schräg in die beiden Zellen und oft auch einander kreuzend zu liegen. Seltener treten hierbei isolierte, ausserhalb der Spindelfiguren liegende Chromosomen, extranukleare Chromosomen, auf, vielmehr scheint es, als wenn auch die Einzelchromosomen im allgemeinen an der Bildung der Kerne der Embryosacktetrade teilnähmen. Die Anzahl der Chromosomen in diesen variiert

gleich der in den Pollentetraden ziemlich stark. In Textfig. 24 C, D sieht man 14 Chromosomen in der Spindelfigur der oberen Zelle. Diese Spindelfigur befindet sich im Metaphasenstadium, und die Kernplatte ist beim Schneiden schräg getroffen worden.

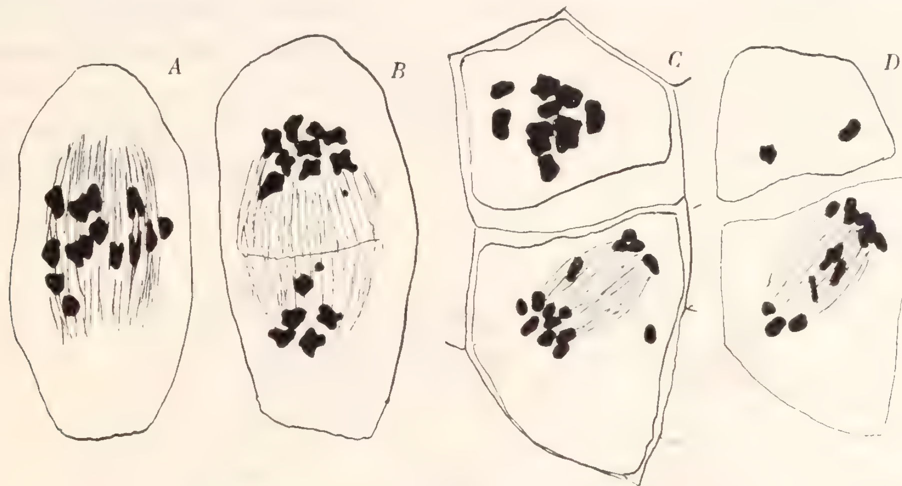


Fig. 24. *D. obovata.* Teilung der Embryosackmutterzelle; A beginnende Anaphase, B etwas späteres Stadium, C zweite Teilung; der Kern der unteren Zelle ist in der Teilung vorausgeeilt.

In der unteren Zelle, wo die Kernteilung weit mehr vorgeschritten ist, sieht man 12 Chromosomen am unteren, 10 am oberen Pol, 5 Chromosomen zwischen den Verbindungsfasern und 1 Chromosom ganz ausserhalb der Spindelfigur. Die Gesamtzahl der

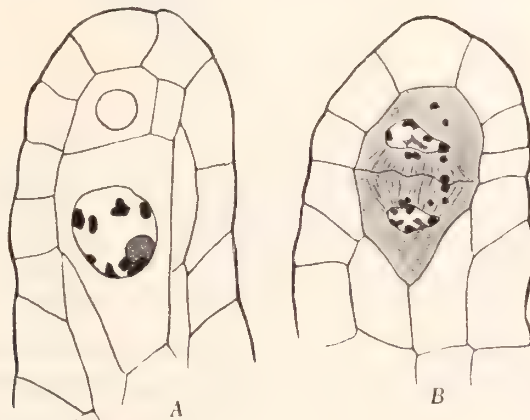


Fig. 25. *D. Obovata.* Nucellusscheitel; A der Kern der Embryosackmutterzelle in der Diakinese; B Embryosackmutterzelle nach der ersten Teilung; zwischen den Tochterkernen freie Chromosomen.

Chromosomen ist hier ungefähr 60, da ja die 14 in der oberen Zelle geteilt sind und eigentlich 28 darstellen, sowie vorausgesetzt, dass in der unteren Zelle einige der im Äquator liegenden Chromosomen eigentlich geteilt sind, dass aber die Längshälften noch nicht auseinandergegangen sind. Textfig. 26 A zeigt ein ähnliches Stadium, wo wenigstens die untere Zelle ein mehr normales Verhältnis aufweist. In der oberen findet sich ein Zwergkern, der nicht in Teilung eingetreten ist. Es ist wohl anzuneh-

men, dass er während der Interkinese gebildet worden ist und aus dieser oder jener Ursache nicht die Teilung hat ausführen können. In Textfig. 26 B ist ein etwas vorgeschrittneres Stadium abgebildet. Die Tochterkerne der unteren Zelle sind von einer Kernmembran umgeben, und extranukleare Chromosomen sind nicht vorhanden. Der Kern der oberen Zelle befindet sich im Metaphasenstadium und ist schräg in der Zelle orientiert. Die Chromosomenanzahl beträgt 18.

In Textfig. 27 A ist ein anderes Verhältnis abgebildet, wo der Kern der oberen Zelle noch im Prophasenstadium ist und in der Spindelfigur der unteren zwei extra-

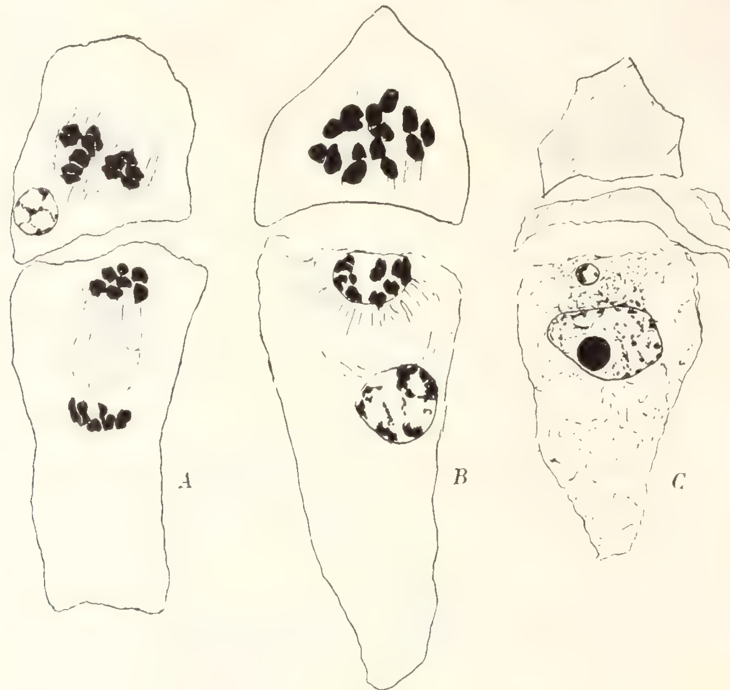


Fig. 26. *D. obovata.* Tetradenteilungen in der Embryosackmutterzelle; A die zweite Teilung; die obere Zelle mit dem Kern in Metaphase und einem Zwergkern; die untere Zelle mit dem Kern in Anaphase; B dasselbe; in der unteren Zelle ist die Kernteilung weiter vorgeschritten; C die Tetradenteilung vollendet; im Embryosack auch ein Zwergkern.

nukleare Chromosomen vorhanden sind. In allen untersuchten Fällen hat es sich gezeigt, dass die Entwicklung der unteren Zelle gegenüber der der oberen beschleunigt ist, ein Umstand, der ja u. a. bei *Lilium* von Strasburger (46) nachgewiesen und auf eine so schöne Weise mit der bei dieser Pflanze vorkommenden Variation der Chromosomenanzahl zwischen den Kernen in dem oberen und unteren Teil des Embryosacks in Zusammenhang gebracht worden ist.

Andere Unregelmässigkeiten der Entwicklung, als wie sie durch die abweichende Chromosomenbindung in dem Bastard bedingt sind, habe ich nicht beobachten können. Der Plasmagehalt ist, soweit sich das beurteilen lässt, auf diesem Stadium noch derselbe wie bei den Elternarten.

Zwischen den neugebildeten Tetradenzellen entwickeln sich Zellwände auf gewöhnliche Weise, die untere Zelle wächst beträchtlich an und verdrängt die übrigen.

Die beiden oberen Zellen stehen im allgemeinen schräg gegen die unteren (Textfig. 27 B). Textfig. 26 C zeigt einen Zwergkern auch im Embryosack, und dieses Stadium ist wohl eine direkte Entwicklung des in Textfig. 27 A abgebildeten. Bei der folgenden Entwicklung des Embryosacks beginnen indessen Abweichungen von dem Normalen einzutreten, indem der Plasmagehalt deutlich abnimmt. D. h. bei dem Anwachsen des Embryosacks kann das Plasma sich nicht eben so schnell entwickeln, und die Folge ist die, dass an Präparaten aus späteren Stadien das Plasma sich oft mehr oder weniger in der Zelle zusammengezogen zeigt.

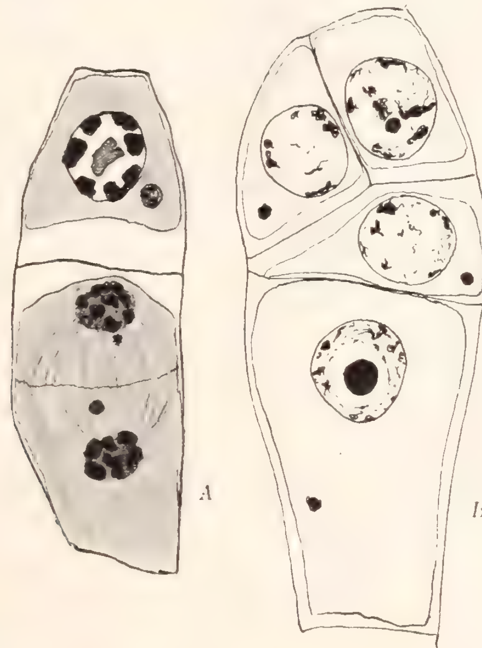


Fig. 27. *D. obovata.* Tetradenteilung in der Embryosackmutterzelle; A der Kern der oberen Zelle in der Prophase für die zweite Teilung; rechts unten ein Zwergkern; in der unteren Zelle ist die Teilung fast vollendet; unter den Verbindungsfäden freie Chromosomen; B die Tetradenteilung vollendet.

Die Entwicklung des Embryosackes.

In Textfig. 28 A, B ist das Zweikernstadium, bezw. das Vierkernstadium abgebildet. Fig. 39, Taf. 3 zeigt die Anaphase bei der zweiten oder die Prophase zur dritten Teilung im Embryosack. Ich habe mich davon überzeugen können, dass in diesem Fall 14 Chromosomen in allen vier Kernen vorkommen. Ein Zweifel über die Chromosomenanzahl ist auf diesem Stadium nicht möglich, da die Chromosomen kurz und deutlich von einander geschieden sind. Überhaupt habe ich gefunden, wie zuvor schon Strasburger, dass die Chromosomenanzahl oft am leichtesten gerade auf dem Diakinesenstadium berechnet werden kann.

Der Umstand, dass die Chromosomenanzahl in den Kernen des Embryosacks die gleiche ist, während die Chromosomenanzahl in den Zellen der Tetrade ziemlich variiert, deutet ja darauf hin, dass die Teilungen hier verschiedener Natur sind; im ersteren Fall nur Äquations-, im letzteren auch Reduktionsteilung. Es zeigt sich ja auch,

dass die Chromosomenanzahl an und für sich nicht auf den Teilungsmechanismus einwirkt, sofern sie nicht allzusehr die normale übersteigt. In diesem Fall ist ja der Vergleich mit doppelchromosomigen, tetraploiden, somatischen Zellen lehrreich (STRASBURGER 45).

Wie oben gesagt, treten Desorganisationszeichen bei den Teilungen in der Embryosackzelle selbst auf, d. h. in den meisten Fällen kommt es zum 4-Kernstadium, dann aber beginnen die Unregelmässigkeiten scharf hervorzutreten. In Textfig. 28 C



Fig. 28. *D. obovata.* Teilungen des Embryosackes. A, B Zwei-, bezw. Vierkernstadium; C Degeneration des vierkernigen Embryosackes; D dritte Teilung im Embryosack; E anormal entwickelter Embryosack, quergeteilt in der Mitte; F die Teilungen im Embryosack vollendet, die Polkerne in Zwergkerne zersprengt (vgl. Text. S. 45); G dasselbe; der Embryosack in drei Schnitte zerlegt.

ist ein 4-Kernstadium von mit FLEMMING'scher Flüssigkeit fixiertem Material her abgebildet. Es zeigt sich, dass sich in dem Embryosack Fett oder eine ähnliche durch Osmium stark schwarz gefärbte Substanz gebildet hat, die unter normalen Verhältnissen nicht vorkommt. Die Kerne werden äusserst chromatinarm, und schliesslich schrumpft die ganze Zelle zusammen. Die Zellen der entsprechenden Samenknospen befinden sich dem Anschein nach in einem Hungerstadium; das Plasma ist in sehr geringen Mengen vorhanden, und die Kerne sind nur schwach färbbar.

Textfig. 28 E stellt einen Embryosack im 6-Kernstadium dar. Sein Aussehen

zeigt jedoch, dass er nicht normal ist. Synergiden sind vorhanden, ebenso Antipoden, aber die beiden mittleren Kerne haben sich nicht geteilt, und ausserdem ist der Embryosack durch eine Wand in einen oberen und einen unteren Teil, mit je 3 Kernen, abgeteilt.

In Fig. 28 D ist das Metaphasenstadium während der dritten Kernteilung des Embryosacks dargestellt, und Fig. 28 F schliesslich zeigt einen völlig fertigen Embryosack, was die Kernteilungen und die Zellbildungen betrifft. Eizelle, Synergiden und Antipoden sind deutlich differenziert. Dagegen zeigt der Embryosack eine anormale Ausbildungsweise, derart, dass eine grosse Menge Zwergkerne teils an Stelle der Pollenkerne und teils an Stelle der Ei- und Synergidenzellen vorhanden sind. Es scheint mir, als wenn dies andeutete, dass der Teilungsmechanismus auf irgend eine Weise in Unordnung gekommen ist, dass die Kraft, welche alle Chromosomen im Kern bei der Teilung zusammengehalten hat, geschwächt und der Kern in eine Menge kleiner Kerne, d. h. Chromosomen oder Chromosomgruppen, zersprengt worden ist. Dagegen glaube ich nicht, dass die grosse Anzahl Zwergkerne von lebhaften Teilungen derartiger Zwergkerne wie z. B. in Fig. 26 C herrührt, die Anzahl ist dazu zu gross, und vor allem sieht man keine Pollenkerne in dem Embryosack, sondern diese scheinen vollständig in Zwergkerne zersprengt worden zu sein. In Fig. 28 G, die einen ähnlichen Fall darstellt, ist die Anzahl Zwergkerne etwas geringer, hier sieht man aber auch die Andeutung zu zwei Pollenkernen, die zur Kopulation bereit zu sein scheinen.

Wie bereits angedeutet, wird in den meisten Fällen der Embryosack desorganisiert. Nur seltener beobachtet man völlig typische Embryosäcke, ohne eine Andeutung von Plasmaarmut oder andere Zeichen anormaler Entwicklung.

Embryobildung.

Da die Pollenzellen im allgemeinen steril werden, ist ja die Aussicht, mittelst Selbstbefruchtung eine eventuelle Embryobildung im Embryosack zu erhalten, ziemlich gering. Wie ich bereits früher (37) mitgeteilt, habe ich versucht, mittelst Rückkreuzung mit Pollen der Elternarten die Embryosäcke des Bastards zu befruchten. Eine grosse Menge Versuche sind von mir im Laufe der Jahre in dieser Richtung gemacht worden, bisher aber habe ich nur in einigen wenigen Fällen wirkliche Embryobildung beobachtet. Es handelte sich um Kreuzungen mit den Pollen von *D. longifolia*. Schnitte durch den Fruchtknoten eine Zeit nach der Pollinierung zeigten, dass einige Samenknosen ein Embryo und Endosperm in dem Embryosack ausgebildet hatten. In einer der Zellen dieser Embryonen wurde ein Diakinesenstadium, mit mindestens 33 Chromosomen, gefunden (Textfig. 30, C—E).

Da *D. long.* der Eizelle 20 Chromosomen zugeführt hat, hat diese selbst also ca. 13 gehabt, was sich ja als eine relativ oft auftretende Chromosomenanzahl bei dem Bastard nach der Tetradenteilung erwiesen hat.

In den anderen Fällen konnte ich keine Teilungsstadien sehen. Bemerkenswert ist nun, dass ein wirklicher Embryo mit einer grossen Anzahl Zellen mit Kernen hat aufgebaut werden können, deren Chromosomenanzahl so sehr von der normalen abweicht.

Indessen zeigte es sich, dass sich bei den ältesten Embryonen, von dem Entwicklungsgrade, wie ihn Textfig. 30, A angiebt, in einigen Zellen an der Basis des Embryos bestimmte Desorganisationsphänomene eingestellt hatten. Die Zellen waren mehr oder weniger kollabiert, und der Zellinhalt war homogen durchfärbt. In beiden Fällen waren die Embryonen an genau derselben Stelle in dieser Weise beschädigt. Es scheint daher, als wenn doch Störungen eingetreten seien, die schliesslich den Tod des Embryos verursachen. In dem Endosperm zeigen die Kerne Fragmentierung und Zersprengung in mehrere kleine Kerne. In mehreren Samenknospen zeigte sich der



Fig. 29. *D. obovata.* Rückkreuzung mit dem Pollen von *D. longifolia;* vorderer Teil des Embryosackes und die Mikropyle abgebildet, der Pollenschlauch mit den beiden generativen Kernen ist in den Embryosack hineingelangt; B nächstliegender Schnitt mit der Eizelle.

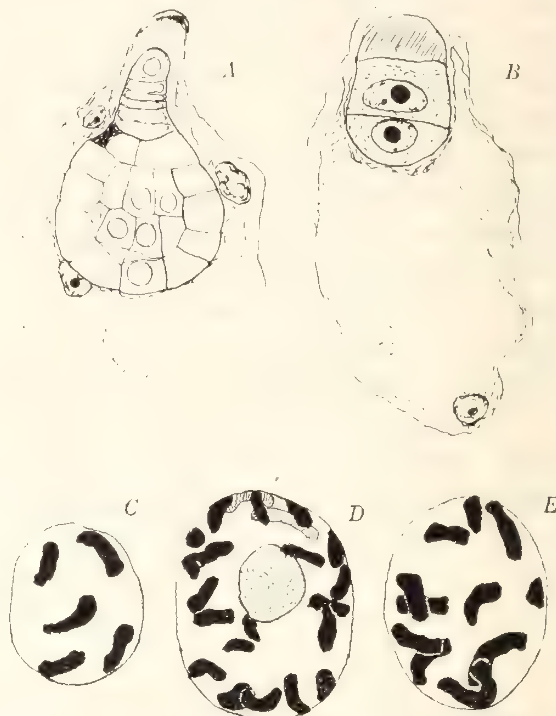


Fig. 30. *D. obovata.* Rückkreuzung mit dem Pollen von *D. longifolia.* A, B junge Embryonen mit Endosperm; C, D, E Kern in drei Schnitten aus dem in A abgebildeten Embryo; Prophasenstadium mit ungefähr 37 Chromosomen.

ganze Entwicklungsgang von dem Eindringen des Pollenschlauchs an bis zur Entwicklung des Embryos. In Textfig. 29 sieht man, wie der Pollenschlauch bei seinem Eindringen in den Embryosack stark anschwillt und an der Spitze die beiden generativen Kerne hat. Das Plasma im Pollenschlauch ist homogen diffus von Safranin gefärbt. Die eine Zelle nimmt gerade den einen Kern auf, während sich der andere Pollen dem zentralen Kern nähern soll. In anderen Samenknospen zeigte sich ein wenigkörniges Endosperm und ein 2-teiliger Embryo und schliesslich in einigen anderen hochentwickelte Embryonen. Auffallend war, dass, trotzdem eine grosse Anzahl Kreuzungsversuche angestellt wurden, nur eine geringe Anzahl erfolgreich ausfiel, und dass im besonderen nie die Bestäubung mit *D. rot.*-Pollen gelang. Ebenso ist es mir

aufgefallen, dass in den Fällen, wo die Pollinierung gelang, eine ziemlich beträchtliche Anzahl Samenknospen in jedem Fruchtknoten sich als befruchtet erwies. Vielleicht ist man berechtigt, hierin einen Ausdruck dafür zu sehen, dass die Ursache der besseren Empfänglichkeit des Embryosacks in diesem Fall nicht in dieser oder jener Kombination von Chromosomen lag, sondern in gewissen Bedingungen, die seitens der Zellen ihrer Samenknospen erfüllt waren, sei es dass diese besser ernährt oder in anderer Hinsicht kräftiger als in gewöhnlichen Fällen entwickelt waren. In den erwähnten Fruchtknoten zeigten alle Samenknospen eine kräftige Ausbildung ihrer Zellen, chromatinreiche Kerne und ziemlich normalen Gehalt an Protoplasma.

Wäre die Chromosomenkombination die Ursache des Vermögens der Eizelle, den Kern des Pollenschlauchs aufzunehmen, so wäre es ja wunderlich, dass diese günstige Kombination, wenn sie vorkommt, in mehreren Fällen in demselben Fruchtknoten auftritt. Ich glaube also in diesem Fall den Ansichten beitreten zu können, die TISCHLER (50) bezüglich der Ursache der Sterilität von Bastarden ausgesprochen hat. Wie erwähnt, zeigten die Embryonen zu einem gewissen Zeitpunkt Desorganisationszeichen, und ich habe niemals reife Samen durch diese Rückkreuzung erhalten können. Indessen ist es ja nicht ausgeschlossen, dass etwas Derartiges gelingen könnte, und könnte man keimfähige Samen von diesem Bastard erhalten, so würden sicherlich die daraus entstehenden Pflanzen in vielen Hinsichten höchst bemerkenswerte Verhältnisse aufweisen. Ich gedenke natürlich meine Versuche in dieser Richtung fortzusetzen.

Über einen Fall von anormaler Ausbildung des Archespors.

Anhangsweise möchte ich ein eigentümliches Verhältnis bei einem Staubgefäss des Bastards beschreiben, das durch den Stich eines Insekts (wahrscheinlich einer Acaride) verursacht worden ist. Das fragliche Insekt sass an der Spitze der Anthere; (Textfig. 31) ganz genau kann ich die Stelle des Stichs nicht bestimmen, da der Insektenkörper, wegen seines Chitinpanzers, in den einzelnen Schnitten durch das Mikrotommesser aus seiner Lage gebracht worden ist. In der Gegend des Connectivs scheint jedoch das Insekt den Stich ausgeführt zu haben. Der Effekt ist jedenfalls sehr eigentümlich: alle Zellen der Anthere nach innen von der Epidermis haben beträchtlich an Umfang zugenommen, das Plasma ist netzmaschig und sehr mächtig geworden, und vor allem die Kerne sind zu kräftiger Entwicklung gekommen. Das Ganze macht den Eindruck, dass die ganze Anthere, mit Ausnahme der Epidermis, in sporogenes Gewebe umgewandelt und ihre Zellen zu Pollenmutterzellen geworden sind. Ganz innen in den Schnitten sieht man die eigentlichen Gonotokonten, jedoch im allgemeinen mehr oder weniger kollabiert, wahrscheinlich infolge des Druckes der umgebenden Zellen. In den meisten dieser letzteren Zellen befinden sich die Kerne im Synapsisstadium, hier und da sieht man ein Spiremstadium (Fig. 41, Taf. 3) oder ein Diakinesenstadium und auch einige Kerne in ganz unzweifelhafter Reduktionsteilung. Bei dem Bastard ist ja die erste Spindelfigur charakteristisch, mit 10 doppelten und

10 einfachen Chromosomen, was auch hier deutlich hervortrat. Textfig. 33 gibt einen Überblick über ein derartiges Antherenfach.

Über einige bemerkenswertere Fälle will ich im Folgenden kurz berichten. Text-

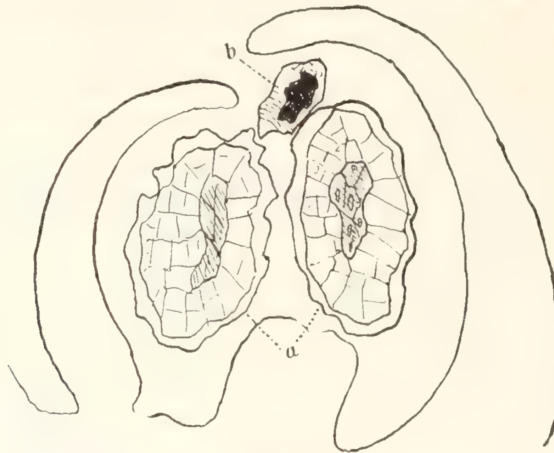


Fig. 31. *D. obovata.* Antherenfächer (a), von einem Insekt gestochen, vgl. den Text.

fig. 32 stellt eine Diakinese aus einer unter der Epidermis liegenden Zellschicht dar, wo die Chromosomen sich teils als einfach, teils als deutlich bivalent, biskuitförmig erweisen. Ihre Anzahl beträgt eigentümlicherweise ungefähr 30, davon ungefähr 20 doppelte und 10 einfache Chromosomen. Ich will auf keine Art Erklärung dieses

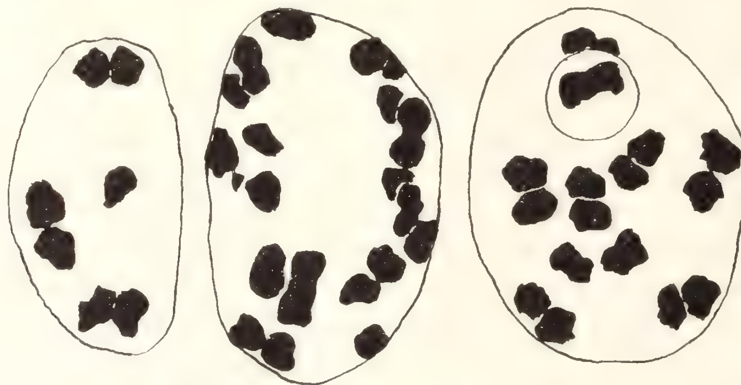


Fig. 32. *D. obovata.* Kern in drei Schnitten aus einer von einem Insekt gestochenen Anthere; Diakinese mit Doppel- und Einzelchromosomen; vgl. den Text.

Falles eingehn, der sicherlich damit zusammenhängt, dass die Reduktionsphänomene ein Gewebe getroffen haben, wo die Kerne, zum Unterschied von dem Verhältnis im sporogenen Gewebe, in allen möglichen verschiedenen Stadien der Teilung und Ruhe sich befinden.

In Fig. 49, Taf. 4 ist eine subepidermale Zelle abgebildet, in welcher eine gemischte somatische und Reduktionsteilung vorkommt. Die mit a, b, c bezeichneten Chromosomen sind sicherlich bivalent und gleichen in allem den entsprechenden bei der Pollenbildung. Die übrigen sind gewöhnliche somatische Chromosomen, mehr

oder weniger langgestreckt und meistens mit der Längsachse senkrecht gegen die Spindelachse orientiert. Ferner scheinen diese letzteren hier und da längsgespalten zu sein.

Fig. 50, Taf. 4 zeigt ein etwas ähnliches Stadium, wo jedoch die Chromosomen teilweise bereits auseinandergegangen sind. In diesem letzteren Fall scheint eine grössere Anzahl Doppelchromosomen gebildet worden zu sein; die Gesamtzahl der Chromosomen ist jedoch andauernd in beiden Figuren 30, in Fig. 50 ist aber eine grössere Anzahl längsgespaltener Einzelchromosomen vorhanden.



Fig. 33. *D. obovata.* Teil einer Anthere, die von einem Insekt gestochen wurde: die Zellschichten zwischen Epidermis und sporogenem Gewebe sind mächtig angewachsen und zeigen hier und da Vorbereitungen zur Reduktionsteilung (vgl. Text S. 48).

In Fig. 42, Taf. 3 ist eine somatische Diakinese abgebildet, welche auch angibt, dass die Chromosomen von verschiedener Länge sind, eine Verschiedenheit nach bivalenten und univalenten, wie in Fig. 49, macht sich aber nicht geltend.

Die Individualität der Chromosomen.

Die Frage nach der Individualität der Chromosomen ist ja oft Gegenstand der Diskussion in cytologischen Arbeiten gewesen, und was die älteren Arbeiten betrifft, dürfte auf HÄCKER's und FICK's übersichtliche Darstellungen verwiesen werden können. Indessen hat wohl ein Teil der oben geschilderten Verhältnisse bei *Drosera* eine gewisse Bedeutung für die Auffassung von der Natur der Chromosomen.

Es fragt sich da zunächst, ob es möglich ist, auf irgend eine Weise den Verlauf der Chromosomen in dem ruhenden Kern zu verfolgen. Als es mir nachzuweisen gelang, dass die sog. Pseudonukleolen in derselben Anzahl wie die Chromosomen vorkamen, wollte ich hierin einen Beweis für die »Individualität» der Chromosomen erblicken. In gewissem Sinne konnte ja dieser Schluss berechtigt sein, insofern es sich zeigte, dass während des Ruhestadiums die Chromosomen nicht *vollständig* in ein feinverteiltes Netzwerk übergingen, wo die Grenzen zwischen ihnen unmöglich zu ziehen sind. In seiner sehr interessanten Arbeit »Chromosomenzahlen» usw. äussert sich auch STRASBURGER (46) bei Besprechung der Prochromosomen folgendermassen (S. 497): »Sehr entschieden lässt das Fortbestehen der Chromosomen in dem Ruhezustand des Kernes auch durch die Fälle sich stützen, in welchen die einzelnen Chromosomen durch eine dichtere Stelle im Gerüstwerk sich markieren.» Und nach einem Hinweis auf meine und LAIBACH's Untersuchungen über das Vorkommen der Prochromosomen bei verschiedenen Pflanzen bemerkt STRASBURGER: »Das spricht doch wohl für ein Fortbestehen im ruhenden Kern derjenigen Substanzverteilungen, die sich nach vollzogener Mitose aus der Vereinigung der Chromosomen ergeben hatten.» Ein Einwand lässt sich erheben, der nämlich, dass diese Prochromosomen eine Art Zentren bedeuten könnten, die bei beginnender Kernteilung anziehend auf die zuerst ausgezogenen Kernfäden, zur Bildung eines Chromosoms, wirkten, wobei ein bestimmtes Zentrum das eine Mal diese, das andere Mal andere »Chromatineinheiten einsammelt», und solchenfalls wäre es ja nicht möglich, von einer Chromosomenindividualität zu reden. Hiergegen spricht jedoch, scheint es mir, unzweideutig das Vorkommen von 10 einfachen Chromosomen bei der Reduktionsteilung des Bastards, wie unten näher gezeigt werden soll.

Indessen haben einige Autoren nicht das Vorkommen derartiger in bestimmter Anzahl auftretender Chromatinköper annehmen wollen. Schon in einer früheren Arbeit habe ich Anlass gehabt, darauf hinzuweisen, dass die Erklärung, die GRÉGOIRE für die Natur der Prochromosomen geben zu wollen scheint, dass sie nämlich die Knotenpunkte des Kerngerüstes bezeichnen, nicht zutreffend ist. Und ich habe Anlass, immer noch an dieser Ansicht festzuhalten, eben auf Grund der in dieser Arbeit veröffentlichten Untersuchungen. Vor allem ist es wichtig sich zu erinnern, dass deutliche Prochromosomen zwar nicht bei jedem Untersuchungsobjekt haben nachgewiesen werden können, doch aber mit Sicherheit bei einer hinreichend grossen Anzahl Pflanzen vorhanden sind, um unsere Auffassung zu rechtfertigen, dass sie nicht allzu zufällige Bildungen bei einer geringen Anzahl von Formen sind. Die Fixierung hat eine grosse Bedeutung für die Sichtbarmachung dieser Gebilde. In mehreren Fällen habe ich gefunden, dass Prochromosomen mit grosser Deutlichkeit in CARNOY-fixiertem Material haben nachgewiesen werden können, während in FLEMMING-fixierten Präparaten von derselben Pflanze Prochromosomen nur mit Schwierigkeit sich nachweisen liessen. FICK hat gegen das Vorkommen der Prochromosomen angeführt, dass diese meiner Angabe nach so verschieden gross und oft so winzig klein sind, dass jene Abzählung und genaue Unterscheidung von sonstigen Chromatinkörnchen unmöglich erscheint.» Auch in den Fällen, wo diese Chromatinkörner sehr klein sind, heben sie sich doch deutlich und scharf an hämatoxylingefärbten und CARNOY-fixierten

Präparaten von dem übrigen, fast ungefärbten Chromatingerüst ab. Ich will erwähnen, dass zwar in vielen Fällen meine Präparate stark differenziert waren, keineswegs aber so weit differenziert, dass eine Art Spiegelfärbung oder dergleichen Zeichen allzu starker Entfärbung nachgewiesen werden konnten. Und meine Angaben beziehen sich nur auf wirkliche Ruhekerne, nicht auf Ruhekerne aus Geweben in lebhafter Teilung, wo die Chromosomen nie in die für das Ruhestadium charakteristische Form übergehen können, bevor eine neue Teilung beginnt. Die Abzählung der Chromatinkörner war in mehreren Fällen ziemlich leicht, und ich kann versichern, dass irgend eine Unsicherheit, ob man dieses oder jenes Chromatinkorn als ein Prochromosom zählen soll, in den meisten Fällen nicht bestand, ganz einfach deshalb weil ich alle von Hämatoxylin schwarzgefärbten Körner in dem Kern mitzählte. Eine Anzahl Kerne wurden auf diese Weise abgezeichnet und die Anzahl Körner gezählt, in mehreren Fällen bevor ich die für die betreffende Art charakteristische Chromosomenzahl hatte feststellen können, um auf diese Weise jeder Art Willkür bei der Berechnung entgehn zu können. Und wenn es sich dann zeigt, dass diese so berechneten Körner stets fast genau der Anzahl nach mit der Chromosomenzahl der betreffenden Pflanze übereinstimmen, so scheint es mir, als wenn diese Körner doch eine gewisse Bedeutung in dem Kern besässen. LEWIS (13) fasst die Prochromosomen als Chromosomen auf, welche »for a time persist as rather large irregular lumps, but it seems quite probable that such appearences are due rather to growth conditions than that they represent a condition which has any great significance from the standpoint of heredity». LEWIS scheint die Ansicht zu vertreten, dass die Identität dieser Gebilde »is completely lost before final chromosome development». Gegenüber dieser Auffassung verweise ich auf meine Figuren 43—46, Taf. 4, die deutlich zeigen, dass die Chromosombildung eben von den Prochromosomen ausgeht. Meine Ansicht von der Bedeutung der Prochromosomen möchte ich dahin formulieren, dass sie Zentren für die Chromosombildung sind, dass sie stets neben der Kernmembran liegen, ausgenommen in der Synapsis, und auf diese Weise gewissermassen eine vermittelnde Stellung zwischen den Chromosomen und dem Protoplasma einnehmen.

In einer gleichzeitig erscheinenden Arbeit über die Prochromosomen bin ich näher auf diese Frage eingegangen.

Einige Autoren haben indessen auch das Vorhandensein von Prochromosomen bei einigen anderen Pflanzen bestätigen können. Besonders bemerkenswert scheint mir LAIBACH's (22) Arbeit zu sein, welcher eine Anzahl Cruciferen untersucht hat, wo die Chromosomenzahl, und in genauer Übereinstimmung damit auch die Prochromosomenzahl, ziemlich verschieden bei verschiedenen Formen war. So hat auch MALTE (24) das Vorkommen deutlicher Prochromosomen bei *Mercurialis* und einigen anderen Formen nachweisen können.

Bekanntlich hat FICK (6, 7) eine andere Theorie von der Natur der Chromosomen aufgestellt, die sich besser an die Tatsachen anschliessen soll, seine sog. Manövrierhypothese. FICK (7) bedient sich eines Gleichnisses von den Manövern einer Truppe her. In den Chromosomen sieht er »taktische Formationen, die nur dann auftreten, wenn es auf eine regelrechte Verteilung des Chromatins ankommt. Sie treten auf

und vergehen ebenso wie die Kernspindeln». »Jede Tierart hat eine bestimmte Chromatin-Manövrierart.» Die als Beweis für die Chromosomindividualität angeführte Tatsache der »Sonder-Chromosomen» ist nach FICK's Theorie leicht verständlich: »Die Formation stellt sich als mechanisch wertvolle, angepasste Erscheinung eben immer in der gleichen Weise her, während einzelne Bestandteile, d. h. die Zusammensetzung der Formation in der Zwischenzeit, gewechselt haben . . . kann», gleichwie »die Bataillone nach Jahren in derselben Anordnung genau dieselben Manöver . . . ausführen». Die Chromosomen bestehen aus unzähligen Einzelindividuen und sind also »selbst nur eine Form, ein Gehäuse oder . . . die 'Manövrierformation' für die darin steckenden Individuen». Es ist ja stets schwierig, Theorien über Dinge aufzustellen, die wir eigentlich so wenig kennen wie gerade die Chromosomen, es scheint mir aber, als wenn vieles in FICK's Auffassung der Chromosomen zutreffend wäre. In der weiteren Entwicklung seiner Theorie aber dürfte wohl FICK etwas zu weit gegangen sein, wenn ich ihn richtig verstanden habe. Ich halte mich noch weiter an das Gleichnis mit den Soldaten in einem Regiment. Die Chromatineinheiten »sind aber an die Chromosomen ebensowenig gebunden, wie die mobilisierten Soldaten an die mobile, marschbereite Regimentskolonne, sondern ausser der (Teilungs-) Manövrierzeit verlassen die (Chromatin-Mikrosomen) Soldaten die mobilen Verbände, verteilen sich auf das ganze (Kern) Land und gehen dort ihrem eigentlichen Beruf nach . . . u. s. w.» »Erst bei einer neuen Mobilmachung (zur Kernteilung) strömen sie wieder zusammen . . . *eventuell auf bestimmten, im Mobilmachungsbefehl vorgesehenen Marschrouten* . . . und sammeln sich auf bestimmt geformten Verbänden». Besonders folgenden Satz bei FICK möchte ich hervorheben: »Da wäre es nun in der Tat möglich, dass sie sich . . . auch nach Gattungen (Truppengattung) gesondert zu einer der mobilen Formationen zusammenfinden — und in diesem, aber auch nur in diesem Sinne könnte man von einer Art 'Erhaltung der Chromosomen' reden». Gerade dieser Satz erscheint mir sehr wichtig, und es fragt sich, ob wir nicht das Recht haben, vorauszusetzen, dass stets ein derartiges Verhältnis stattfindet. Meine Auffassung von der »Erhaltung der Chromosomen», wenn ich nun einmal wage, eine Vermutung in dieser Richtung zu äussern, könnte im Anschluss an FICK's Darstellung so ausgedrückt werden: Beim Übergang des Kerns in das Ruhestadium verteilen sich die Chromatineinheiten (-Individuen) mehr oder weniger im Kern, bei neueintretender Kernteilung strömen sie aber wieder zusammen und bilden eine Formation, ein Chromosom, aber immer nur dieselben Chromatineinheiten in demselben Verband. Oder mit anderen Worten, die Chromatinindividuen verbinden sich nicht das eine Mal mit diesen, das andere Mal mit anderen Chromatinindividuen, sie können nicht bei verschiedenen Teilungen bisweilen in dem einen, bisweilen in dem anderen Chromosom vorkommen. Als Stütze für diese meine Auffasssung lässt sich meines Erachtens eben das Verhalten in dem *Drosera*-Bastard anführen. Gerade der Umstand, dass gewisse Chromosomen sich mit einander verbinden können, während einige, und gerade die Anzahl, die übrig bleibt, wenn das eine der Elternchromosomen gebunden worden ist, dies nicht tun können, spricht ja, scheint mir, dafür, dass diese 10 Einzelchromosomen andauernd aus denselben Chromatinindividuen wie vorher

bestehen, welche sich nur mit »homologen» Chromosomen verbinden können. Wenn sich die Chromatinindividuen bei eintretender Karyokinese auf jedesmal verschiedene Verbände (Chromosomen) verteilen könnten, so könnte man ja nicht erwarten, dass stets, und absolut stets, 10 Doppel- und 10 Einzelchromosomen gebildet würden. Wie man dann diese »Chromatinindividuen» aufzufassen hat, als unveränderlich oder nicht, ob stets dieselben »individuellen chemischen Moleküle» in den Chromosomen auftreten, mag dahingestellt bleiben. Es scheint mir sehr möglich, dass die Chromatin-Mikrosomen im Laufe der Zeit Veränderungen erfahren, aber andererseits scheint es mir notwendig anzunehmen, dass in einer und demselben Individuum die Chromatinindividuen gewissermassen unverändert sind und sich stets zu bestimmten Verbänden, den Chromosomen, verbinden, sofern man berechtigt ist, aus dem Verhältnis bei dem *Drosera*-Bastard den Schluss zu ziehen, dass ähnliche Verhältnisse prinzipiell bei den übrigen Organismen vorkommen.

Es ist also meines Erachtens in hohem Grade wahrscheinlich, u. a. im Hinblick auf das Verhalten der Chromosomen bei der Reduktionsteilung des Bastards, dass die Chromosomen auch während des Ruhestadiums erhalten bleiben, oder m. a. W., dass bei jeder Teilung von einem Prochromosom immer dieselben »Chromosomeneinheiten» angezogen werden und immer dasselbe Chromosom gebildet wird.

Ein anderer sehr interessanter Fall ist der von MOENKHAUS (30) beschriebene. In einer *Fundulus-Monidia*-Kreuzung, wo die Elternarten sich in der Länge sehr von einander unterscheiden, fand er, dass die verschiedene Chromosomenlänge bei den Furchungen andauernd erhalten blieb, wenn auch die Gonomerie schon nach der zweiten Teilung verschwand. Ich führe folgende Stelle aus seiner Arbeit an, die meines Erachtens durchaus das Richtige trifft, p. 53: »Here, as in the Ascaris hybrids, two kinds of Chromosomes enter the resting nucleus from which each kind again emerges. As long as the two kinds remain grouped, as during the first two divisions, this fact has littled added significance, since within each group it would be perfectly impossible for the component chromosomes to exchange chromatin granules during the resting period. If, however as occurs in later cleavage, the two kinds of chromosomes become mingled the chromatin granules must be mingled together within the resting nucleus. If from such a nucleus the two kinds of chromosomes again emerge, it amounts almost to a demonstration that the chromatin substance of a given chromosome forms a unit and that this unit persists.»

Leider hat der genannte Bastard nicht bis zur Geschlechtszellenbildung entwickelt werden können. Aber es scheint mir, als wenn ein Fall wie dieser doch in hohem Grade für die Erhaltung der Chromosomen spräche. Einwände, dass möglicherweise die Ausbildung der Chromosomen ungleichzeitig vor sich ginge, sind hier wohl kaum berechtigt; dass die Länge der Chromosomen der einen der Elternarten auch in dem Plasma des Bastards erhalten bleibt, wenn auch, wie FICK erwähnt, die Gonomerie sehr bald verschwindet, ist doch recht bemerkenswert.

Das genannte Verhalten der Chromosomen in dem *Drosera*-Bastard beweist indessen eigentlich nur, dass *während der Kernteilungen bei der Entwickelung des Individuums* eine Individualität der Chromosomen besteht. Wie die Chromosomen beschaf-

fen sind *nach* der Reduktionsteilung, darüber besagt dieser Fall nichts, denn die 10 einfachen Chromosomen in der heterotypischen Teilung haben ja keine Chromosomen-Konjugation ausgeführt.

Die Kopulation der Chromosomen in der Reduktionsteilung.

Die Untersuchungen der letzten Jahre über den Verlauf der Reduktionsteilung haben, anstatt Klarheit und Harmonie in das Problem zu bringen, es dahin gebracht, dass das Reduktionsproblem nunmehr verwickelter ist als jemals zuvor. Ich will im Folgenden versuchen, eine kurze Darstellung von den hauptsächlichsten Ansichten zu geben, die alle ihre energischen und hervorragenden Verteidiger haben. Hierbei dürfte jedoch zweckmässigerweise zu scheiden sein einerseits die Beschreibung des Verlaufs der Reduktionsteilung, die bei verschiedenen Forschern ziemlich verschieden ist, auch wo es sich um dasselbe Objekt handelt, und andererseits die verschiedene Interpretierung des Beobachteten, die natürlich infolge subjektiver Auffassungen grösserer Unsicherheit ausgesetzt ist.

Was nun zunächst den allgemeinen Verlauf der Reduktionsteilung betrifft, so stehen hier ja bekanntlich zwei Ansichten einander gegenüber: die eine fasst die Doppelchromosomen des ersten Teilungsschrittes als durch eine Längsspaltung des Spiremfadens gebildet auf, und unter den Vertretern dieser Theorie sind zu nennen Strasburger, Grégoire, Allen u. a. auf botanischer Seite, sowie Flemming, Janssens, Maréchal, Meves und A. u. K. Schreiner auf zoologischer Seite. Nach der anderen Auffassung sind die Teilhälften der Doppelchromosomen in der ersten Teilung durch eine Umbiegung und Verklebung der freien Enden des im Verhältnis zur somatischen Teilung in nur der halben Zahl Segmente quergeteilten Spiremfadens entstanden. Vertreter dieser Auffassung sind botanischerseits Farmer u. Moore, Mottier, Juel, Lewis u. a. und zoologischerseits z. B. Montgomery, Sutton, Foot und Strobell.

Zu beachten ist, dass es sich hier nicht um eine verschiedene Deutung des eventuellen Verhaltens der Elternchromosomen bei der Reduktionsteilung handelt, sondern ganz einfach um die reine Beschreibung und Wiedergabe der verschiedenen Bilder in den Präparaten. Es zeigt dies, dass entweder verschiedene Objekte sich sehr verschieden verhalten, oder dass die Bilder, die sich darbieten, keineswegs so klar sind, dass eine einwandfreie Beschreibung derselben ohne weiteres sich ausführen lässt.

Was ferner die Interpretierung betrifft, so findet man, dass die Auffassung natürlicherweise ziemlich verschieden ist: hier begegnen wir hauptsächlich drei Anschauungen. Zunächst, wenn ich mich so ausdrücken darf, der radikalsten, der, welche beispielsweise von Meves und auch Fick vertreten wird. Ebensowenig wie Hertwig betrachtet Meves (28) die Chromosomen als selbständige Individuen, die ihre Selbständigkeit auch im ruhenden Kern bewahren. Die Reduktion der Chromosomenzahl »kommt dadurch zustande, dass die vorhandene Chromatinmasse sich im Beginn der

ersten Reifungsteilung in der halben Anzahl von 'taktischen Verbänden', Chromosomen, zusammenfindet. Dies ist eine Tatsache, die als solche hingenommen werden muss. Eine besondere Erklärung dafür lässt sich nicht geben». Der Spiremfaden teilt sich in eine halb so grosse Anzahl Segmente wie vorher, und in den Fällen, wo diese Segmente noch weiter quergeteilt werden, den sog. Vierergruppen, handelt es sich nach MEVES nur um »einen Rückschlag in die Spermatogonienmitose». Die erste Teilung wird nach MEVES eine Äquationsteilung.

Eine im ganzen ähnliche Auffassung von dem Verhalten der Chromosomen bei der Reduktionsteilung wird auch von FICK vertreten.

Diejenigen Forscher, welche die Doppelchromosomen als durch einen Umbiegungsprozess aus den Schlingen des Spiremstadiums gebildet beschreiben, sind im allgemeinen der Ansicht, dass jeder Arm von einer dieser Schleifen ein univalentes Chromosom der somatischen Teilung darstellt, und dass diese beiden also endweise mit einander kopuliert sind.

Die dritte Auffassung hingegen meint gleich der zweiten, dass die Reduktion in einer Kopulation ganzer Chromosomen besteht, dass es sich aber um eine parallele Kopulation handelt. Mit anderen Worten, die in dem Spiremfaden und später bis in die Diakinese verfolgbare Längsspaltung ist nicht die Teilung eines somatischen Chromosoms, sondern ein Ausdruck dafür, dass zwei Chromosomen, die vorübergehend miteinander vereinigt gewesen, wieder auseinandergehen. In dem Synapsisstadium sieht man eine parallele Anordnung der Kernfäden zu zwei und zwei, und dies soll eine Annäherung der Chromosomen aneinander bedeuten, die dann im Spiremstadium mehr oder weniger vollständig miteinander verschmelzen und später sich wieder trennen. Ein grosser Teil der Vertreter der einen oder anderen dieser Auffassungen ist zugleich der Ansicht, die zuerst von MONTGOMERY formuliert wurde, dass die kopulierenden Chromosomen homologe Elternchromosomen sind, dass also, wenn die Chromosomen in dem Vaterkern A, B, C usw., in dem Mutterkern a, b, c usw. sind, in dem Synapsisstadium bei dem durch Vereinigung dieser beiden Kerne gebildeten neuen Individuum eine Vereinigung der Chromosomen A und a, B und b usw. geschieht. FARMER, MOTTIER u. a., welche die Identität nicht in die Chromosomen, sondern in die Chromomeren bezw. die einzelnen Chromatinkörner verlegen wollen, halten eine derartige Deutung des Kopulationsaktes für unwahrscheinlich.

Es fragt sich nun, ob zur Zeit eine Möglichkeit besteht, alle diese verschiedenen Ansichten zu vereinigen, so dass ein für alle gemeinsames Schema der Reduktionsteilung aufgestellt werden könnte. Mit Recht haben einige Autoren darauf hingewiesen, dass eine derartige Uniformität nicht vorausgesetzt zu werden braucht. So hat z. B. GOLDSCHMIDT (9, S. 240) drei verschiedene Typen als faktisch möglich zu unterscheiden versucht, teils einen »Tetradentypus mit Präreduktion», an welchen sich die obenerwähnte Umbiegungshypothese wohl eng anschliesst, teils einen bei einer geringen Anzahl Organismen gefundenen eigentümlichen Typus, der darin bestehen soll, dass in der ersten Teilung die somatische Chromosomenzahl auftritt, wie das der Fall bei *Zoogonus* (nach GOLDSCHMIDT) sein soll, eine Auffassung, die ja neulich von A. und K. SCHREINER kritisiert worden ist. Teils schliesslich den paral-

len Konjugationstypus. Es ist ja sehr möglich, dass dem so sein kann, andererseits aber ist es eigentümlich, dass teils sehr nahestehende Formen, teils auch dieselben Objekte so oft zu ganz entgegengesetzten Deutungen Anlass gegeben haben. Grégoire hat in seiner grossen Arbeit mit, wie mir scheint, grossem Erfolg nachgewiesen, dass in vielen Fällen, sogar wo es sich um die »Schulbeispiele» gehandelt hat, die Deutungen unvollständig und unrichtig gewesen sind. Es scheint mir unbedingt nötig, in jedem einzelnen Fall näher zu prüfen, welche Gründe der betreffende Autor für die eine oder andere Auffassung anführt. Was nun die Umbiegungstheorie betrifft, so ist nicht gerade viel damit gewonnen, dass der eine Forscher sagt, er finde ein Stadium, »second contraction», wo die Schlingen des Spiremfadens eine mehr oder weniger ausgesprochene Umbiegung und Verklebung aufweisen, während der andere zeigt, dass in demselben Objekt eine fortlaufende Serie von Entwicklungsstadien, ohne einen Platz für eine Umbiegungstheorie, von dem Spiremstadium an bis zur Diakinese verfolgt werden kann. In diesem Fall ist *Lilium* ein sehr lehrreiches Beispiel, das ja so lange und so oft zu den verschiedenartigsten Ansichten Anlass gegeben hat. Der einzige Weg, bestimmt nachzuweisen, ob eine Umbiegung während der Entwicklung der Chromosomen zwischen dem Spiremstadium und der Diakinese stattgefunden hat, besteht wohl darin, einigermassen genau die Gesamtlänge der Spiremschlingen während verschiedener Stadien zu messen. Findet sich an einer Stelle eine Umbiegung, so muss diese darin zum Ausdruck kommen, dass das allmählich, durch die Verkürzung der Chromosomen, abnehmende Längenmass auf einem Stadium plötzlich auf wenigstens die Hälfte des Masses im nächstvorhergehenden Stadium herabsinkt. Nimmt die gesamte Chromosomenlänge allmählich und einigermassen gleichmässig von dem Spiremstadium zur Diakinese ab, so findet sich nicht gerade viel Raum für die Auffassung, dass eine Umbiegung stattgefunden hätte. Indessen ist ja eine derartige Messung im Hinblick auf den Wirrwarr von Fäden, der die Prophasenstadien der Reduktionsteilung charakterisiert, so gut wie unmöglich auszuführen. Vielleicht aber liesse sich in einem Falle wie bei *Ascaris* mit ihrer geringen Chromosomenzahl eine derartige Messung durchführen.

Andererseits lassen sich ja, wie besonders Meves und Fick hervorgehoben haben, eine ganze Reihe Einwände gegen die andere Theorie, die der parallelen Konjugation, erheben. Zu den eingehendsten und schönsten Untersuchungen, welche diese Auffassung stützen sollen, gehören ohne Zweifel die von A. und K. E. Schreiner ausgeführten, die jedoch in letzter Zeit u. a. von Meves, Fick und Goldschmidt scharf kritisiert worden sind. Es scheint mir auch, dass diese Kritik *bis zu einem gewissen Grade* berechtigt ist und alle die Arbeiten trifft, welche die Theorie von der parallelen Konjugation ganzer Chromosomen zu stützen versucht haben. Denn ein *Beweis* dafür, dass eine solche wirklich existiert, ist damit nicht erbracht, dass man das Vorkommen paralleler und später sich miteinander konjugierender Fäden nachweist. Janssens (17) bemerkt hierzu in einer neulich erschienenen Arbeit (S. 168): »Nous ne prétendons pas que notre hypothèse soit démontrée et nous en reconnaissons volontiers les points faibles, mais nous la croyons très sérieusement ancrée dans les faits».

Es scheint mir richtig, wenn MEVES darauf hinweist, dass unsere Kenntnis von den Einzelheiten der somatischen Teilung sehr gering ist. Nur die groben Züge sind einigermassen klargestellt. Dagegen befindet die Frage, wann eine Längsspaltung der Chromosomen eintritt, noch in sehr ungeklärtem Zustande. Nach einigen Autoren soll sie in dem sog. Spiremstadium stattfinden, nach anderen kurz vor dem Verschwinden der Kernmembran. Was die pflanzlichen Objekte betrifft, so scheinen die Untersuchungen BONNEVIE's (2) und MERRIMAN's (27) zu ergeben, dass die Längsteilung sehr frühzeitig, sogleich bei Beendigung der vorhergehenden Kernteilung, eintritt. Allerdings hat GRÉGOIRE mit Recht die von MERRIMAN beobachtete frühzeitige »Längsspaltung» als einen Ausdruck für die Vakuolisierung der Chromosomen beim Übergang in das Ruhestadium aufgefasst; und andererseits ist ja das Verhältnis in dem Wurzelspitzengewebe nicht sehr lehrreich für die Kernteilung in anderen Organen, da ja in der Wurzelspitze die Kernteilung so Schlag in Schlag geschieht, dass ein eigentliches Ruhestadium wohl selten von den Kernen in der eigentlichen Teilungsregion verlaufen wird. Aber auch aus GRÉGOIRE's (11) eingehender Beschreibung des Prophasenstadiums bei *Allium* geht hervor, dass die Längsteilung mindestens sehr frühzeitig während der Prophase eintritt: »En effet, il résulte, . . . que la division longitudinale, dans ces plantes, se produit, du moins en partie, dans les *bandes alvéolaires* elles-mêmes: Ces bandes ne doivent pas, comme ailleurs, se concentrer d'abord en un ruban indivis, pour se cliver seulement plus tard, mais elles se transforment de suite, du moins dans certaines portions, en deux filaments, en complétant la fente déjà réalisée en partie par leur alvéoles». »La division longitudinale consiste simplement dans la formation de deux filaments aux dépens d'une bande du réseau.»

Bedenkt man ferner, dass derartige doppelte, längsgespaltene Fäden später mit vermehrtem Chromatingehalt mehr oder weniger deutlich zu einem einzigen homogen gefärbten Chromosom »verschmelzen», in welchem die Teilungsebene kaum unterschieden werden kann, so ist ja die Ähnlichkeit mit dem Verhältnis in der Synapsis und dem Spiremstadium während der Reduktionsteilung nicht ganz unbedeutend. Ich meine, dass, falls man in der Synapsis oder später parallel, dicht nebeneinander verlaufende Fäden sieht, die später miteinander verschmelzen, dies an und für sich kein sicherer Beweis für eine Konjugation zweier Chromosomen ist. Auch in den Fällen, wo die konjugierenden Fäden weit voneinander entfernt liegen, wie in gewissen von SCHREINER's Figuren, dürfte nicht unbeachtet zu lassen sein, was FICK angibt, dass vielleicht die Fixierungsflüssigkeit während des kritischen Stadiums, das die Synapsis ja allem Anschein nach ist, auf irgend eine Weise vorher ziemlich dicht nebeneinander liegende Fäden hat alterieren und voneinan der entfernen können. Ich glaube, dass man zu einer objektiven Behandlung der Reduktionsfrage mit der *Möglichkeit* rechnen muss, dass die parallelen Fäden durch eine Längsteilung gebildet sein können; die *Wahrscheinlichkeit* dafür, dass dies wirklich so geschieht, ist ja meines Erachtens nicht sehr gross, und es scheint mir, als wenn einige andere Umstände darauf hindeuteten, dass in der Synapsis wirklich eine Konjugation von Chromosomen, in Form von parallel verlaufenden Fäden, wie GRÉGOIRE, STRASBURGER, SCHREINER u. a. meinen, stattfindet. Besonders scheinen mir Kernbilder aus dem Stadium, das JANSSENS

»noyaux amphitènes» nennt, und das auch A. und K. SCHREINER abbilden, darauf hinzudeuten, dass es sich in Wirklichkeit um etwas anderes als eine Längsspaltung handelt.

Es scheint mir auch, als wenn gewisse Verhältnisse bei der Reduktionsteilung, wie sie von STRASBURGER, MIYAKE und OVERTON beschrieben worden sind, zusammen mit den oben gelieferten Angaben über *Drosera* ein gewisses Interesse hätten, wenn es zu entscheiden gilt, wie die parallelen Fäden in der Synapsis und gleich danach, die ja von den meisten Forschern beobachtet worden sind, am richtigsten aufzufassen sind. Durch den Nachweis der Prochromosomen ist ja die Möglichkeit, die Kernveränderungen zu verfolgen, etwas vermehrt worden. Ich habe im Vorhergehenden in Kürze gezeigt, dass die »Chromosomenbildung» von den Prochromosomen ausgeht, in dem Sinne, dass die chromatische Substanz bei der Kernteilung, mit dem Ausgangspunkt von den Prochromosomen, zunimmt. Betreffs der Einwände gegen das Vorhandensein der Prochromosomen sei auf das in dem Kapitil über die Individualität der Chromosomen Gesagte verwiesen. Ich will auch hier erwähnen, dass bei den von MOTTIER untersuchten Pflanzen sicherlich die Prochromosomen, auch wenn sie dort existieren, nicht ebenso leicht nachgewiesen werden können wie bei einigen anderen Arten. Hierauf habe ich übrigens schon in meiner ersten Mitteilung bei der Besprechung von Kernen des *Capsella*- und *Fritillaria*-Typus, wie ich chromatinarme, bezw. chromatinreiche Kerne zu nennen mir erlaubte, hingewiesen (ROSENBERG 37).

Jedenfalls findet man in der Prosynapsis eine paarige Anordnung der Prochromosomen, und besonders interessant war dieses Verhältnis bei dem hier untersuchten *Drosera*-Bastard, wo ungefähr 10 paarige und 10 einfache Chromosomen in mehreren Fällen sich nachweisen liessen. In Fig. 6 ist nun ein ziemlich instruktiver Fall abgebildet, wo bei *D. longifolia* ein unverkennbarer Parallelverlauf der Kernfäden deutlich ist, in gewissen Fällen aber auch ein Anschluss dieser Fäden an die paarigen Prochromosomen. Rührte nun dieser Parallelverlauf der Fäden von einer Längsspaltung her, so müsste wohl auch die Paarigkeit der Prochromosomen eine solche angeben, die Anzahl dieser letzteren habe ich aber durch Zählen an mehreren Kernen auf diesem Stadium als ungefähr 20 festgestellt, welches die reduzierte Chromosomenzahl dieser Pflanze ist. Ich schliesse mich daher der von SCHREINER, BERGHS, GRÉGOIRE, STRASBURGER u. a. gegebenen Deutung von dem Parallelverlauf der Synapsisfäden an, wonach dieser ein Ausdruck für eine parallele Konjugation von Chromosomen ist.

Dass die konjugierenden Chromosomen auch homologe Elternchromosomen in dem Sinne, wie MONTGOMERY (31) sie aufgefasst hat, sind, dürfte klar aus dem Verhalten der Chromosomen bei der Reduktionsteilung bei dem *Drosera*-Bastard hervorgehn.

In seiner obenerwähnten Arbeit schreibt FICK (7, S. 69) bei der Besprechung der Konjugationshypothese:

»Selbst wenn durch exakte Zählungen ...... die Konjugation je zweier vorher selbständiger Chromosomen ...... nachgewiesen würde, so wäre noch immer der andere Hauptpunkt der modernen Reduktionstheorie, nämlich die väterliche und mütterliche Natur der konjugierenden Chromosomen, nicht bewiesen.»

»Den Nachweis der väterlichen und mütterlichen Natur der konjugierten Chromosomen hatte man vor allem von Bastarduntersuchungen erhofft.» FICK aber findet auf Grund einer kritischen Behandlung und Vergleichung der Angaben in meinen beiden, die Reduktionsteilung des *Drosera*-Bastards behandelnden Arbeiten (ROSENBERG 35, 38), dass die Verhältnisse keineswegs einwandfreie Deutungen geben. Dass er zu diesem Resultat gekommen ist, beruht, wie ich glaube, auf einem irrtümlichen Vergleich zwichen den Angaben in meiner ersten und meiner zweiten Arbeit, und ich werde im Folgenden die Gründe für meine Auffassung darlegen. Zunächst will ich darauf hinweisen, was auch ein grosser Teil meiner Figuren zeigt, dass es bei *Drosera* ziemlich leicht angängig ist, mit recht grosser Sicherheit die Chromosomenzahl festzustellen, da die Chromosomen kurz und klumpenförmig sind und in der Kernplatte ziemlich deutlich von einander getrennt liegen. Eine Sache, auf die FICK besonderes Gewicht zu legen scheint, ist meine Angabe in der ersten Arbeit über die Chromosomenzahl bei der Teilung des Pollenmutterzellkerns. Ich behaupte dort, dass sowohl 10 als 15 und 20 Chromosomen bei diesen Teilungen vorkommen. »Es finden sich jetzt überall nicht 30 (wie in den Somazellen), sondern 15 Chromosomen. Ausgenommen von dieser Regel sind die später zu beschreibenden Fälle, in denen die Chromosomenzahl der Eltern, 10 und 20, als reduzierte Anzahl auftritt.» 1904 erwähne ich indessen, dass ich »immer nur 20 Chromosomen» in den Pollenmutterzellen fand. Es sieht ja aus, als wenn dies zwei einander widersprechende Angaben seien. Aber die Beobachtungen sind richtig, ich habe das mehrmals konstatiert, nur habe ich nicht genügend zwischen den verschiedenen Phasen bei der Kernteilung der Pollenmutterzellen unterschieden, und vor allem habe ich nicht scharf betont, wann und wie die verschiedenen Chromosomenzahlen auftraten. Dies hat teils seinen Grund darin, dass mein Material ziemlich spärlich und die wohlfixierten Stadien relativ selten waren; teils darin, dass zu jener Zeit, als die Abhandlung geschrieben wurde, auf botanischem Gebiet die Auffassung von den Teilungen in den Gonotokonten als einer Reduktionsteilung noch nicht durchgedrungen war.

Heterotypische Spindelfiguren in der Metaphase finden sich nicht viel in meinem ersten Material. Ausserdem pflegte ich damals, wie man es im allgemeinen tut, die Chromosomenzahl in der Kernplatte *in Polansicht* zu zählen, und dabei erhielt ich oft die Zahl 15 oder eine Zahl um 15 herum, was sich daraus erklärt, dass die 10 einfachen Chromosomen sich ja oft auf zwei Gruppen nahe den beiden Polen verteilen. Ausserdem frappierte es mich, dass besonders in der zweiten Teilung so oft ungefähr 15 Chromosomen sich in den Kernplatten bei Polansicht zeigten. Ich meine also immer noch, dass bei dem Bastardkern sowohl ungefähr 10 als 15 und 20 Chromosomen vorkommen, in der ersten Teilung stets 20, von welchen 10 bivalent sind, in der zweiten Teilung dagegen gewöhnlich ungefähr 15, aber auch 10, diese letztere Zahl jedoch sehr selten. Ausserdem habe ich an meinem gegenwärtigen sehr reichen Material alle möglichen anderen Chromosomenzahlen von 10—18, bei verschiedenen Kernen, nachweisen können, welche Variationen in Unregelmässigkeiten bei der Kernteilung ihren Grund haben, wie ich das oben gezeigt habe. Auf einen anderen Widerspruch weist FICK hin; in meiner späteren Arbeit finde ich 10 Doppel- und 10 Ein-

zelchromosomen, die letzteren werden in der Regel nicht mit den anderen geteilt. In der früheren Arbeit finde ich dagegen jedes Chromosom »durch eine quer durch den Spiremfaden gehende hellere Zone in zwei Chromosomen geteilt; und jedes dieser Teilchomosomen wiederum geteilt.» Diese Angabe beruhte auf Beobachtungen an Diakinesenstadien, und dazu an FLEMMING-fixiertem Material. Mir fiel die grosse Anzahl Doppelchromosomen auf, und als solche habe ich dann auch einfache betrachtet, die einander sehr nahe lagen oder einander deckten. Daher die irrtümliche Angabe. Immerhin lässt sich ja der Ausdruck *jedes* Chromosom in diesem Falle nicht verteidigen. Indessen sind die Angaben, die ich in meiner späteren Arbeit geliefert habe, auf ein etwas reichlicheres Material gegründet, und sie ergänzen, trotz ihrer knappen Form, in vielen Punkten die früheren. Wie FICK erwähnt, bin ich in meinem Schlusswort sehr vorsichtig. Dies aber darf nicht dem gleichgesetzt werden, dass ich selbst bezüglich der Deutung der Bilder, die ich in meiner Arbeit geliefert, besonders bezüglich des Fundes von 10 bivalenten und 10 univalenten Chromosomen, unsicher wäre. Meine Unsicherheit betreffs meiner Deutung des Reduktionsvorganges bezieht sich auf die von mir geäusserte Ansicht, dass die von v. WINIWARTER vertretene Auffassung richtig wäre, wonach die erste Längsteilung möglicherweise darin ihren Grund haben könnte, dass die Chromosomen sich je zwei der Länge nach mit einander vereinigt hätten, und dass der Reduktionsakt in einer Kopulation homologer Elternchromosomen bestände. Ich meine daher, dass, von einigen kleineren Irrtümern abgesehen, die Angaben, die ich in meiner ersten Arbeit geliefert, ihre volle Erklärung und Bestätigung in den späteren gefunden haben.

Die einzige annehmbare Erklärung für das eben geschilderte eigentümliche Verhältnis bei den Chromosomen des Bastards scheint mir die bereits früher von mir gegebene zu sein, dass die 10 doppelten Chromosomen die 10 *D. rot.*-Chromosomen, mit den 10 *D. long.*-Chromosomen vereinigt, bedeuten, und dass die 10 einfachen demnach die übrigen 10 *D. long.*-Chromosomen darstellen. Ich gestehe, dass mir die Annahme ganz unmöglich erscheint, dass die doppelten aus allen 20 *D. long*-Chromosomen, die sich miteinander vereinigt hätten, beständen, denn weshalb sollten dann die 10 *D. rot.*-Chromosomen nicht das Gleiche tun können, so dass das Ganze in einer typischen Reduktionsteilung mit 15 Doppelchromosomen resultierte. Besonders im Hinblick darauf, dass in der zweiten Teilung auch diese einzelnen Chromosomen sich in den meisten Fällen ganz »typisch» verhalten, scheint mir die obenerwähnte Annahme ziemlich wenig Wahrscheinlichkeit für sich zu haben. Ich sehe also hierin ein Beweis dafür, dass bei *Drosera* der Reduktionsprozess in einer Konjugation je zweier Elternchromosomen besteht und es ist wohl nicht unberechtigt, hieraus den Schluss zu ziehen, dass dies auch bei den übrigen Organismen der Fall ist.

LITTERATURVERZEICHNIS.

1. Berghs, J., La formation des chromosomes hétérotypiques dans la sporogénèse végétale. I—V. La Cellule Vol. 21. 22. 1904.
2. Bonnevie, K., Chromosomenstudien. Arch. f. Zellforschung. Bd. I. 1908.
3. Cardiff, I., A Study of Synapsis and Reduction. Contrib. Dept. Bot. Columb. Univ., 1906.

3 a Chamberlain, Ch., Methods in Plant Histology. Chicago 1905.

4. Diels, L., Droseraceae. Das Pflanzenreich, hrsgb. von A. Engler. IV. 112. Leipzig, 1906.
5. Farmer, J. B. and Moore, J. E. S., (I) On the maiotic phase (reduction division) in animals and plants. Quat. Journ. mic. Sc. Bd 48. 1905.
6. Fick, R., Betrachtungen über die Chromosomen, ihre Individualität, Reduktion und Vererbung. Arch. Anat. u. Phys. Anat. Abt. Suppl. 1905.
7. ——, Vererbungsfragen, Reduktions- und Chromosomenhypothesen, Bastard-Regeln. Ergeb. d. Anat., hrsgb. von Merkel & Bonnet. Bd 16. 1907.
8. Foot, K. and Strobell, E. C., Prophases and metaphases of the first maturation spindle of Allolophora foetida. Am. Journ. of Anat. Vol. 4. 1905.
9. Goldschmidt, R., Über das Verhalten des Chromatins bei der Eireifung und Befruchtung des Dicrocoelium lanceatum. Arch. f. Zellforschung. Bd I. 1908.
10. Grégoire, V., (I) La réduction numérique des chromosomes et les cinèses de maturation. La Cellule. Vol. 21. 1904.
11. ——, La structure de l'élément chromosomique au repos et en division dans les cellules végétales. La Cellule. 1906.
12. ——, (II) La formation des gemini hétérotypiques dans les végétaux. La Cellule. T. 24. 1907.
13. Huie, Lily, Changes in the Cell-organs of Drosera rotundifolia, produced by Feeding with Eggalbumen. Quart. Journ. of micr. Science. London 1897.
14. ——, Further Study of Cytological Changes produced in Drosera Part II. Ibidem. 1899.
15. Häcker, V., Die Chromosomen als angenommene Vererbungsträger. Ergebnisse und Fortschritte der Zoologie, hrsg. v. Spengel, Bd. 1. 1907.
16. Irmisch, J. F. T., Notiz über Drosera intermedia und rotundifolia. Bot. Zeit. 1856.
17. Janssens, F. A., La spermatogénèse dans l'Alytes obstetricans. La Cellule 1908.
18. Jost, L., Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. Jena, 1908.
19. Juel, O., Die Tetradenteilungen bei Taraxacum und anderen Cichoriaceen. Kgl. svenska Vet. Akad. Handlingar. Bd. 39, 1905.

19 a ——, Studien über die Entwicklungsgeschichte von Saxifraga granulata. Nov. Act. Soc. Sci. Upsal. IV. 1907.

20. Körnicke, M., Über Ortsveränderung von Zellkernen. Sitz.-Ber. Niederrhein. Ges. Nat. u. Heilk. zu Bonn. 1901.
21. Lagerberg, T., Ueber die präsynaptische und synaptische Entwickelung der Kerne in den Embryosackmutterzellen von Adoxa moschatellina. Botaniska studier tillägn. F. R. Kjellman. Uppsala 1906.
22. Laibach, F., Zur Frage nach der Individualität der Chromosomen im Pflanzenreich. Beih. Bot. C. Abt. I. 1907.
23. Lewis, I. M., The Behaviour of the Chromosomes in Pinus and Thuja. Ann. of Botany. Vol. XXII. 1908.
24. Malte, M. O., Om Cellkärnans byggnad hos Euphorbiaceerna. (Mit einem deutschen Resumé.) Bot. Notiser. Lund, 1908.
25. Macfarlane, J. M., Observations on some Hybrids between Drosera filiformis and D. Intermedia. Publ. Univ. Pennsylv. Bot. Lab. 1898.
26. Maréchal, J., Sur l'ovogénèse des sélaciens. La Cellule 1906.
27. Merriman, M. L., Vegetative Cell Division in Allium. Bot. Gazette. 1904.
28. Meves, Fr., Die Spermatocytenteilungen bei der Honigbiene (Apis mellifica L.), nebst Bemerkungen über Chromatinreduktion. Arch. für Mikr. Anat., Bd. 70, 1907.

29. Miyake, K., Ueber Reduktionsteilung in den Pollenmutterzellen einiger Monokotylen. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 42. 1905.
30. Moenkhaus, W. J., The Development of Hybrids between Fundulus heteroclitus and Menida notata. Amer. Journ. of Anat. 1904.
31. Montgomery, T. H., Spermatogenesis of Syrbula and Lycosa. Proc. Ac. Nat. Sci. of Philadelphia. 1905.
32. Mottier, D. M., The Development of the heterotypic Chromosomes in Pollen Mother-cells. Ann. of Bot. Vol. XXI. 1907.
33. Nitschke, T., Morphologie des Blattes von Drosera rotundifolia. Bot Zeit. 1861.
34. Overton, J. B., Ueber Reduktionsteilung in den Pollenmutterzellen einiger Dikotylen. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 42. 1905.
35. Rosenberg, O., Physiologisch-cytologische Untersuchungen über Drosera rotundifolia L. Uppsala 1899.
36. ——, Das Verhalten der Chromosomen in einer hybriden Pflanze. Ber. d. D. Bot. Ges. 1904.
37. ——, Ueber die Individualität der Chromosomen im Pflanzenreich. Flora Bd. XCIII. 1904.
38. ——, Über die Tetradenteilung eines Drosera-Bastards. Ber. Deutsch. Bot. Ges. 1904.
38 a ——, Über die Reduktionsteilung in Drosera. Stockholm 1904.
39. ——, Zur Kenntnis der Reduktionsteilung in Pflanzen. Bot. Not. 1905.
40. ——, Erblichkeitsgesetze und Chromosomen. Festskr. Kjellman. Uppsala 1906.
41. ——, Zur Kenntnis von den Tetradenteilungen der Compositen. Svensk Bot. Tidskrift. Bd. 3. Stockholm 1909.
42. Schreiner, A. und K. E., Neue Studien über die Chromatinreifung der Geschlechtszellen. Arch. de Biol. 1906.
43. ——, Gibt es eine parallele Konjugation der Chromosomen? Vid. Selsk. Skrifter. Kristiania 1908.
44. Strasburger, E., Die Apogamie der Eualchemillen und allgemeine Gesichtspunkte, die sich daraus ergeben. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 41. 1904.
45. ——, Typische und allotypische Kernteilung. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 42. 1905.
46. ——, Über die Individualität der Chromosomen und die Pfropfhybriden-Frage. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 44. 1907.
47. ——, Chromosomenzahlen, Plasmastrukturen, Vererbungsträger und Reduktionsteilung. Ibidem. 1908.
48. Sutton, W. S., On the Morphology of the Chromosome Group in Brachystola magna. Biol. Bull., Vol. 4, 1902.
49. Sykes, M. G., Nuclear Division in Funkia. Archiv f. Zellforschung, Bd. 1. 1908.
50. Tischler, G., Über die Entwicklung der Sexualorgane bei einem sterilen Bryonia-Bastard. Ber. Deutschen Bot. Ges. 1906.
51. ——, Zellstudien an sterilen Bastardpflanzen. Arch. f. Zellforsch. Bd 1. 1908.
52. Winiwarter, H. von et Sainmont, G., Nouvelles recherches sur l'ovogenèse et l'organogenèse de l'ovaire des mammifères (chat). Arch. de Biologie. T. 24. 1909.
53. Francé, R. H., Das Leben der Pflanze. Stuttgart 1907.

FIGURENERKLÄRUNG.

Die Bilder sind alle mit Hilfe des Zeichenprismas und, wenn nicht anders angeben, nach CARNOY-Material und Eisenhämatoxylinfärbung gezeichnet worden. Die Vergrösserung beträgt etwa 3000 (Zeiss' Apochr. Obj. Hom. Imm. 1,5 mm und Comp. Oc. 18), mit Ausnahme der Fig. 5 (Comp. Oc. 12).

Tafel 1.

Drosera longifolia; Teilungen des Pollenmutterzellkerns.

Fig. 1. Ruhekern in drei Schnitten, mit hier und da paarigen Prochromosomen, aus der Tapetenschicht.
2 a. Ruhekern der Pollenmutterzelle mit beginnender Paarung der Prochromosomen; Kern, von oben gezeichnet; Fig. 2 b ungefähr dasselbe Stadium; Querschnitt des Kerns.
» 3—6. Verschiedene Kerne in Prosynapsis. In Fig. 6 beginnt die parallele Anordnung der Kernfäden sich zu zeigen.
» 7. Beginnende Synapsis.
8. Zwei Prochromosomenpaare mit Kernfäden, Tangentialschnitt des Kerns.
9. Synapsis; CARNOY-Material.
10. Kernfäden bei der Auflockerung der Synapsisknäuel.
11. Spiremstadium.
12. Strepsinemaphase.
13. Synapsisphase, FLEMMING-Präparat.

Tafel 2.

Die Figuren 14—18 beziehen sich auf **D. longifolia**; Fig. 19—29 auf **D. rotundifolia.**

Fig. 14. Strepsinemaphase.
» 15. Fadenschlinge aus einem derartigen Stadium, mit Längsspaltung.
16 a, b, c. Verschiedene Formen von Chromosomen kurz vor der Diakinese; die Ansammlung des Chromatins an dem einen Ende derselben deutlich sichtbar. In b tritt im unteren Teil die neue Längsspaltung für die zweite Teilung hervor.
17. Frühe Diakinese mit den »Gemini» fast fertiggebildet; an denselben ist noch ein doppeltes achromatisches Anhängsel sichtbar.
18. Zwei Gemini, mit deutlich spiralgewundenem, achromatischem Anhängsel; in dem chromatischen Teil sind die Chromosomen gespalten.
19. Synapsis, mit parallel verlaufenden Fäden.
20. Spiremstadium; hier und da die Längsspaltung sichtbar.
21. Strepsinemastadium.
22—25. Übergangsstadium zur Diakinese; vgl. Fig. 17. (CARNOY-Material).
26—27. Dasselbe Stadium; FLEMMING-Material.
28. Doppelchromosom; in einer der Spalthälften ist die neue Längsspaltung sichtbar (vgl. Fig. 18).
29. Diakinese, kurz vor der Spindelbildung; die Chromosomen der Gemini deutlich längsgespalten.

Tafel 3.

Fig. 32, 34: **D. long.**; Fig. 33, 36: **D. Rot.**; die übrigen Figuren: **D. obovata.**

Fig. 30. Ruhender Kern des Archespors mit zum Teil paarigen Prochromosomen.
„ 31. Ruhekern der Pollenmutterzelle mit paarigen und einfachen Prochromosomen.
„ 32—33. Kernplatte, heterotypische Teilung, Polansicht; Pollenmutterzellen.
„ 34—36. Spindelfiguren der ersten Teilung, Seitenansicht; Pollenmutterzellen.
„ 37. Telophase der ersten Teilung; Pollenmutterzellen.
„ 38. Telophase der zweiten Teilung in der Pollenmutterzelle.
„ 39. Embryosackanlage; Anaphase bei der zweiten Teilung des Embryosackkerns; überall 14 Chromosomen.
„ 40. Synapsis mit paarigen Chromatinfäden. FLEMMING-Fixierung.
„ 41—42. Kerne aus einer von einem Insekt angestochenen Anthere; 41: Spiremstadium in einer Zelle ausserhalb des sporogenen Gewebes; 42: Kern in drei Schnitten kurz vor der Spindelbildung; 30 Chromosomen; subepidermale Schicht.

Tafel 4.

Fig. 43—46 **D. rot.**; Fig. 47—50 **D. obovata.**

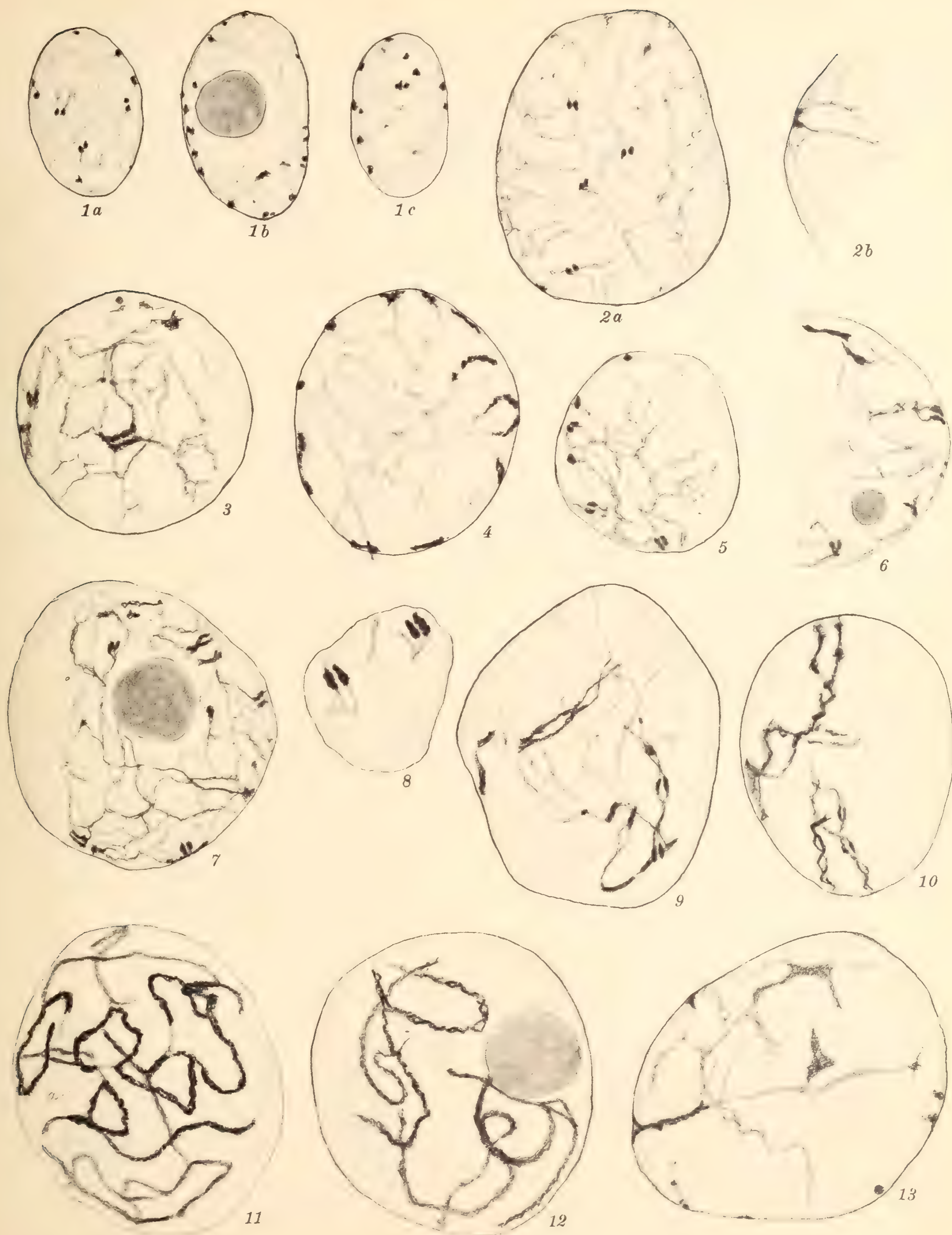
Fig. 43. Ruhekern der Tapetenschicht, auf zwei Schnitte verteilt.
„ 44—45. Beginnende Prophase der Tapetenkerne.
„ 46. Tapetenkern; Prophase; die Chromosomen deutlich hervortretend; 46 b derselbe Kern bei hoher Einstellung gezeichnet.
„ 47—48. Diakinese mit doppelten und einfachen Chromosomen; in Fig. 48 trägt das einfache Chromosom ein achromatisches Anhängsel, vgl. den Text.
„ 49. Subepidermale Zelle aus von einem Insekt angestochener Anthere; Metaphase mit zum Teil bivalenten, zum Teil univalenten, längsgespaltenen Chromosomen; vgl. Text, S. 48.
„ 50. Frühe Anaphase eines Kerns derselben Anthere.



Tryckt den 15 maj 1909.

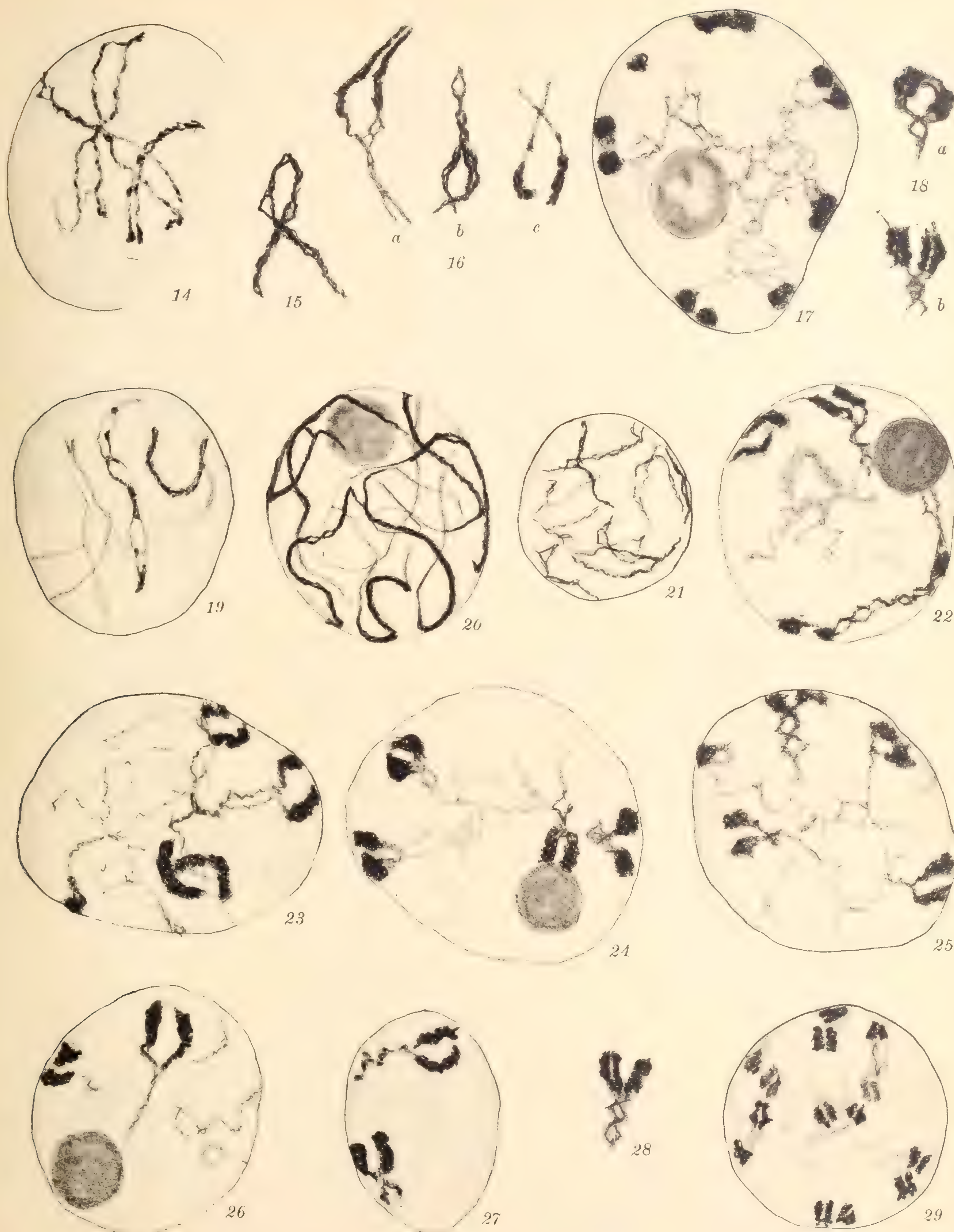
Uppsala 1909. Almqvist & Wiksells Boktryckeri-A.-B.

INHALT.



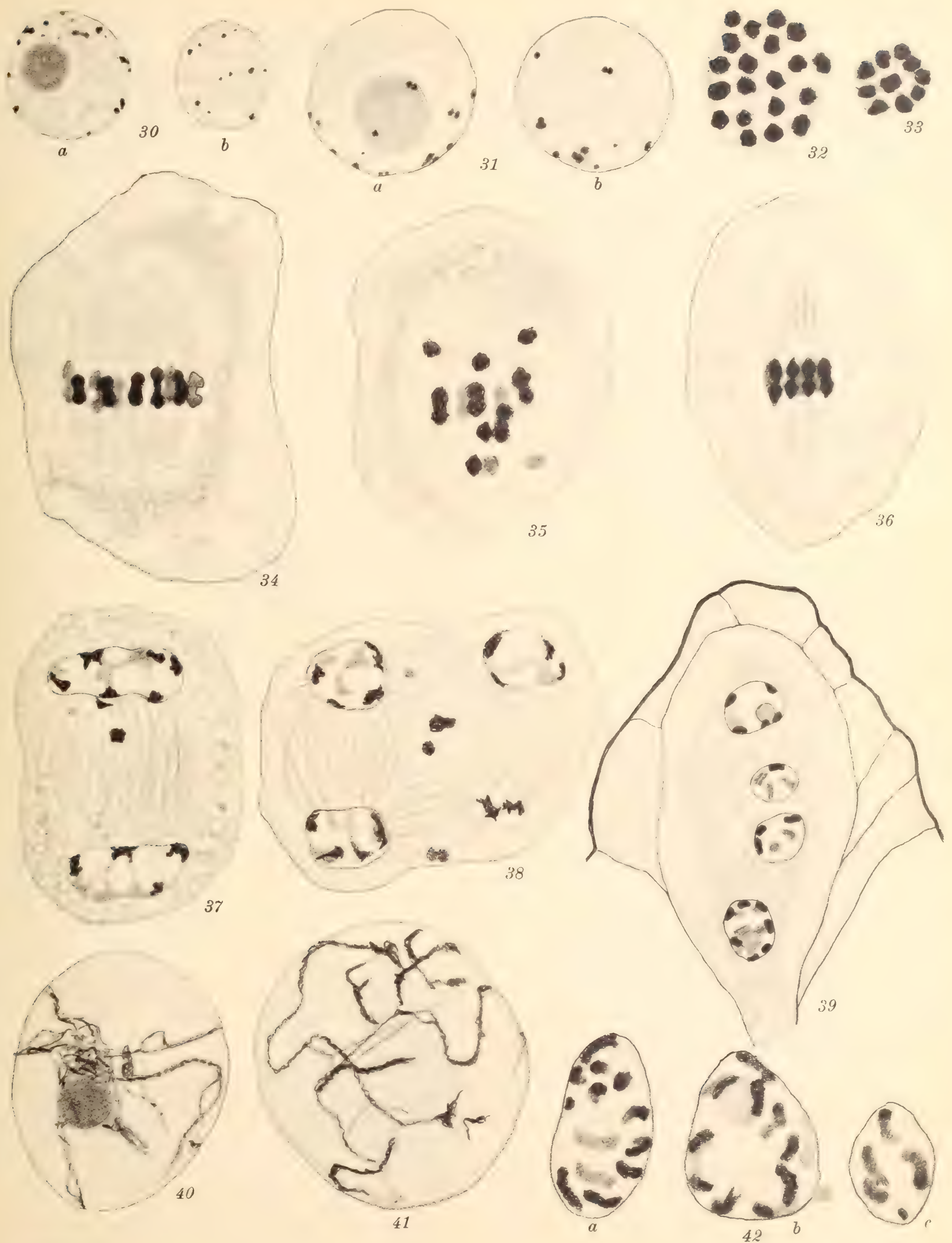
O. Rosenberg gez.

Ljustr. A. B. Lagrelius & Westphal.



O. Rosenberg gez.

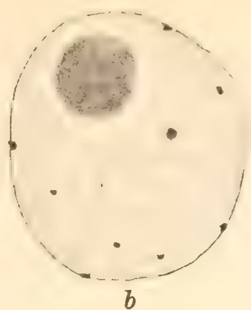
Ljustr. A. B. Lagrelius & Westphal.



O. Rosenberg gez.

Ljustr. A. B. Lagrelius & Westphal.



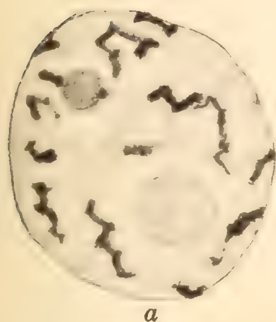


43 a b



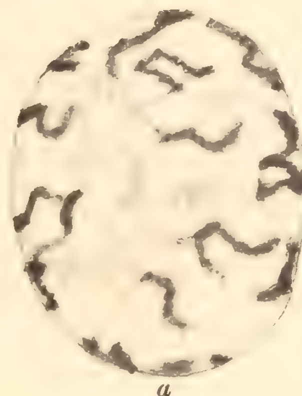


44 a b





45 a b





46 a b



47



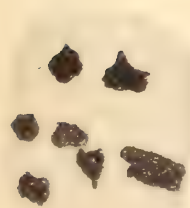
49 b



48



49 a



50 b



50 a

O. Rosenberg gez.

Ljustr. A. B. Lagrelius & Westphal.

KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 43. N:o 12.

ÜBER DIE GATTUNG

NILSSONIA BRONGN.

MIT BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG SCHWEDISCHER ARTEN

VON

A. G. NATHORST

MIT 8 DOPPELTAFELN UND 3 TEXTFIGUREN

VORGELEGT AM 10. MÄRZ 1909

UPPSALA & STOCKHOLM
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.
1909

Einleitung.

Die ersten Angaben über das Vorkommen von Pflanzenabdrücken im Sandstein bei Hör in Schonen — dem später sogenannten Hörsandstein — verdanken wir unserem berühmten Naturforscher SVEN NILSSON. Nachdem er 1819 einen vorläufigen Bericht über seine Beobachtungen bezüglich des erwähnten Gesteins der kgl. schwedischen Akademie der Wissenschaften mitgeteilt hatte (1), legte er im folgenden Jahr (1820) der Akademie zwei andere Aufsätze vor (2,3), in welchen die von ihm gefundenen Pflanzenreste beschrieben und abgebildet wurden. Die Bestimmung derselben wurde jedoch nicht von ihm selbst, sondern von den Botanikern C. A. AGARDH und E. FRIES ausgeführt, und zwar so, dass AGARDH sich über die in der ersten (2), FRIES sich über die in der zweiten (3) Mitteilung abgebildeten Pflanzenabdrücke äusserte. Für unseren jetzigen Zweck ist die letzte Mitteilung allein von Interesse, denn hier wurden zum ersten Mal Reste abgebildet (3, Taf. 4, Fig. 2, 3), die später als zwei verschiedene Arten einer neuen Pflanzengattung beschrieben wurden. FRIES sah beide als sicher den *Filices* angehörig an.

Die eine Art (Fig. 2) wurde auf folgende Weise beschrieben: »Filix ... fronde pinnata, pinnis confertis, discretis, linearifalcatis, determinate striatis» wozu noch bemerkt wird, dass die Streifen (striae) 6, 9 oder 12 sind, »von welchen jeder dritte immer am breitesten ist».

Die Diagnose der anderen Art (Fig. 3) lautet bei FRIES folgendermassen: »Filix ... fronde longissima, incisoserrata, determinate striata, serraturis latis, aequalibus, inferioribus obtusis, superioribus acutis». Namen werden den Resten nicht beigelegt, FRIES sagt nur, dass diese *Filices* den tropischen Asplenien am nächsten kommen dürften.

Als AD. BRONGNIART 1824 zusammen mit seinem Vater Lund besuchte, wurden sie von NILSSON nach Hör begleitet, und AD. BRONGNIART konnte demnach sowohl das Vorkommen der Pflanzenfossilien an der Lokalität selbst wie die Nilsson'schen Sammlungen in Lund studieren. Er legte im Januar des folgenden Jahres[1] der Société philomatique in Paris eine Abhandlung über die bei Hör vorkommenden Pflanzenfossilien vor (5). Über die hier in Betracht kommenden Pflanzenreste wurden folgende Bemerkungen mitgeteilt:

[1] Also, wie ich schon an anderer Stelle (4) bemerkt habe, 1825 und nicht 1824, wie in den Annales des sciences naturelles unrichtig angegeben wird.

»Un de ces genres, le premier dont nous nous occuperons, présente un caractère très-remarquable, caractère qui jusqu'à présent n'a été observé que dans deux familles, celle des Fougères et celle des Cycadées; je veux parler de l'enroulement des feuilles en forme de crosse dans leur jeunesse, disposition que présente très-clairement un des échantillons de la collection de Lund.

»Les feuilles de ces plantes, dont nous avons distingué quatre espèces, sont pinnées; le rachis est épais, les pinnules sont rapprochées, souvent même adhérentes entre elles par la base; leur forme est plus ou moins allongée, quelquefois assez aiguë; elles sont traversées par trois ou quatre nervures principales assez espacées, parallèles et séparées chacune par des nervures plus fines et en forme de stries.

»Aucune plante vivante que je connaisse ne présente exactement ce genre d'organisation; il est surtout très-différent de celui que nous observons dans toutes les Fougères. Sans être parfaitement semblable à celui des Cycadées, il a cependant beaucoup plus d'analogie avec la structure de ces végétaux qu'avec celle d'aucune autre plante.»

Nachdem er dann die Eigenschaften der Cycadeen erwähnt hat, fährt er fort: »Nous nous permettrons donc d'en former un genre particulier dans la famille des Cycadées, et nous lui donnerons le nom de *Nilssonia*,[1] en l'honneur du savant professeur auquel on doit la découverte et la première publication de ces végétaux singuliers.»

Die Beschreibung der Arten findet sich in der Tafelerklärung (5, p. 218) und hier werden die beiden schon von FRIES erwähnten Fossilien als *Nilssonia elongata* und *N. brevis* beschrieben. Die Abbildung von *N. elongata* bezieht sich auf dasselbe Exemplar, das in NILSSONS Abhandlung (3) auf Taf. 4, Fig. 2 wiedergegeben wurde. Es heisst darüber bei BRONGNIART: »Fig. 3. *Nilssonia elongata.* Pinnules oblongues presque linéaires, élargies à la base, arrondies au sommet, libres jusqu'à leur point d'insertion. Nervures principales au nombre de quatre, séparées chacune par deux ou trois nervures plus fines.» Dazu wird in Fig. 3* die Abbildung von »une pinnule de la même espèce, isolée et complétée d'après divers fragments séparés» wiedergegeben.

Von *Nilssonia brevis* wird nur ein kleines Stück eines Blattes abgebildet, vielleicht weil schon NILSSON die Abbildung eines grossen Exemplars veröffentlicht hatte, oder noch wahrscheinlicher weil dies Exemplar sich damals nicht in Lund sondern bei STERNBERG befand (siehe unten), weshalb BRONGNIART es nicht gesehen hat. »Fig. 4. *Nilssonia brevis.* Pinnules ovales-allongées, adhérentes entre elles par la base. Nervures principales au nombre de trois, confluentes vers le sommet, séparées chacune par trois nervures plus fines et tuberculeuses.» Dazu kommt noch: »Fig. 5. La même espèce encore enroulée en crosse», eine nicht sehr deutliche Zeichnung.

Die Gattungsmerkmale von *Nilssonia* wurden von BRONGNIART 1828 in seinem Prodrome (6) folgendermassen zusammengefasst: »Feuilles pinnées; pinnules rappro-

[1] BRONGNIART schreibt allerdings *Nilsonia*, da aber NILSSON seinen Namen mit zwei s schrieb, muss es *Nilssonia* heissen, und zwar um so mehr, weil andere schwedische Familien ihren Namen NILSON schreiben. HISINGER (9) wie auch GERMAR (32), SCHENK (13) und SCHIMPER (14) haben ganz richtig *Nilssonia* geschrieben.

chées, oblongues, plus ou moins allongées, arrondies au sommet, adhérentes au rachis par toute la largeur de leur base, à nervures parallèles, dont quelques-unes sont beaucoup plus marquées.» Andere Arten als die beiden oben erwähnten von Hör wurden hier nicht aufgeführt.

NILSSON hatte wahrscheinlich schon vor dem Besuche BRONGNIARTS einen Teil der von ihm bei Hör gesammelten Pflanzenreste an den Grafen KASPAR STERNBERG in Prag zur Bestimmung gesandt, denn in der 1825 gedruckten vierten Lieferung von STERNBERGS »Flora der Vorwelt» (7) finden sich mehrere Abbildungen (Taf. 42, Fig. 2, 3; Taf. 43; Taf. 47; Taf. 50, Fig. 3) von Pflanzenresten des Hörsandsteins, von welchen im Texte gesagt wird, dass sie von Professor NILSSON in Lund mitgeteilt worden seien. Von diesen Resten sind die Abbildungen Taf. 47, Fig. 1 und Taf. 50, Fig. 3 für unseren jetzigen Zweck von besonderem Interesse. Jene stellt nämlich dasselbe grosse Blatt dar, das NILSSON und FRIES 1820 abgebildet und beschrieben hatten. STERNBERG nennt es *Cycadites Nilssoni*, während das kleine Bruchstück auf seiner Taf. 50, Fig. 3 *C. linearis* genannt wird. Jene ist mit *Nilssonia brevis* identisch und auch diese stellt ein fragmentarisches Exemplar derselben Art dar. Wenn man STERNBERGS Abbildung von *C. Nilssoni* mit NILSSONS Figur und mit der neuen von uns mitgeteilten Abbildung (Taf. 2, Fig. 8) vergleicht, ist sofort ersichtlich, dass STERNBERG eine neue Zeichnung des Originals hat ausführen lassen und nicht NILSSONS Figur kopiert hat.

Es ist sonderbar, dass BRONGNIART die von STERNBERG beschriebenen *Cycadites Nilssonii* und *C. linearis* in seinem »Prodrome» (6) mit keinem Worte erwähnt, was wohl als ein »Lapsus» angesehen werden muss, denn hier wird eine andere Pflanze aus den Kreideablagerungen Schonens als neue Art unter dem Namen *Cycadites Nilssoniana* (*Dewalquea Nilssoniana* NATH.) aufgeführt. Aber auch im »Tableau des genres» 1849 (8) wird STERNBERGS *Cycadites Nilssoni* nicht berücksichtigt, während von *C. linearis* bemerkt wird, dass er wahrscheinlich als ein Fragment von *Nilssonia elongata* zu deuten ist. PRESL hatte schon vorher (1838) im zweiten Teil von STERNBERGS »Flora der Vorwelt» die irrige Meinung ausgesprochen, dass *Cycadites linearis* als ein Stammfragment aufzufassen sei. BRONGNIARTS beide Nilssonien von Hör werden hier als *Zamites brevis* PRESL und *Z. elongatus* PRESL und STERNBERGS *Cycadites Nilssonii* als *Zamites filiciformis* PRESL aufgeführt. Wenn aber PRESL unter die Synonyma dieser Art auch *Filicites dubius* STERNBERG aufnimmt, so beruht dies auf einem Druckfehler auf S. XXII im ersten Teil der »Flora der Vorwelt», wo auf Taf. 47 statt auf Taf. 43 hingewiesen wird. Dieser Druckfehler ist von den späteren Autoren ebenfalls übersehen worden, weshalb auch sie *Filicites dubius* als Synonym von *Nilssonia brevis* aufführen.

Während BRONGNIART noch 1849 das Vorkommen von Nerven von verschiedener Stärke bei *Nilssonia* anführt, hat PRESL in der Diagnose von *Zamites brevis* nichts davon zu sagen »Pinnis ... longitudinaliter plicatis, nervis creberrimis, punctatis» heisst es bei ihm, während er von *Zamites filiciformis* nur »nervis crebris crassis» sagt, wobei aber folgende Bemerkung hinzugefügt wird: »Affinis priori. Pinnae forsi-

tan quoque longitudinaliter plicatae». PRESL scheint also die s. g. stärkeren Nerven ganz richtig als Falten der Blattlamina aufgefasst zu haben.

Die Abbildungen von *Nilssonia brevis* und *N. elongata*, die von HISINGER 1837 in der »Lethaea suecica» (9) veröffentlicht wurden, sind nur Kopieen von BRONGNIARTS Figuren und daher ohne besonderes Interesse. Die Segmente von *N. brevis* werden als dreinervig, diejenigen von *N. elongata* dagegen als viernervig charakterisiert, und für beide wird das Vorkommen von schwächeren Nerven zwischen den Hauptnerven angegeben. In »Supplementi secundi continuatio» derselben Arbeit (1841) teilt er aber auf Taf. 42 zwei neue Originalfiguren mit, von welchen die eine (Fig. 1) als *N. elongata*, die andere (Fig. 2) als *N. brevis* (*convoluta*) bestimmt wird. Die erstgenannte, die übrigens auch zu *N. brevis* gehört, hat darum ein besonderes Interesse, weil sie die erste Abbildung eines Abdruckes der Oberseite des Blattes dieser Art darstellt.

Die Nilssonien von Hör wurden ein paar Jahre später (1844) auch von GÖPPERT in seiner Arbeit über die fossilen Cykadeen (10) besprochen, wobei er STERNBERGS *Cycadites Nilssoni* als *Nilssonia Sternbergi* GÖPP. neben *N. brevis* und *N. elongata* aufführt. Zu *Nilssonia* — und zwar als *N. Bergeri* GÖPP. — führt er ferner ganz richtig Bergers (11) *Cycadites alatus* von der Coburger Gegend, und nimmt LINDLEYS & HUTTONS (12) *Pterophyllum comptum* (*Cycadites comptus* PHILL.) und PRESL'S (7) *Zamites acuminatus* als *Nilssonia compta* GÖPP. und *N. acuminata* GÖPP. auf. Beiläufig sei schon hier bemerkt, dass *Nilssonia Bergeri* als mit *N. brevis* identisch aufzufassen ist. Auch GÖPPERT ist der Meinung, dass schwächere Nerven mit stärkeren abwechseln, und diese Ansicht wurde auch von anderen Autoren vertreten, bis endlich SCHENK in seiner vorzüglichen Arbeit über die fossile Flora der Grenzschichten (13) darlegen konnte: »die sogenannten stärkeren Nerven sind bei den Nilssonien von Theta Hautfalten oder Stellen, an welchen die Segmente unter sich verwachsen sind». Dementsprechend heisst es in der Gattungsdiagnose bei SCHIMPER (14): »Pinnulae vel laciniae . . . faciei superiori rachis insertae . . . pluries longitudinaliter et profunde sulcatae. Nervi . . . aequales simplices, parenchymati immersi». Hier wird also auch ausdrücklich hervorgehoben, dass die Blattlamina auf der Oberseite der Rachis angeheftet ist. SAPORTA (14 a, p. 43) spricht dagegen noch 1875 von »nervures plus fortes et plus faibles entremêlées» und bildet (Taf. 79, Fig. 1 & 2) Abgüsse von zwei von HÉBERT bei Hör gesammelten Exemplaren von *N. brevis* ab, von welchen das eine die Oberseite, das andere die Unterseite des Blattes darstellt. Seine Bemerkung, »cette éspèce semble constituer une simple variété du *N. polymorpha* SCHENK», ist aber nicht richtig.

Wie ich schon in meiner Abhandlung über die rhätische Flora von Pålsjö in Schonen (15) hervorgehoben habe, ist es ganz klar, dass SCHENK die wirklichen Nerven von *Nilssonia* nicht beobachtet hatte. In der deutschen Ausgabe meiner eben erwähnten Arbeit (16) heisst es hierüber: »Es genügt hier daran zu erinnern, dass SCHENK die Unrichtigkeit der älteren Auffassung von einem Wechsel stärkerer und zarterer Nerven nachgewiesen und gezeigt hat, dass die ersteren nur Falten sind. Die Regelmässigkeit dieser Falten bei *Nilssonia brevis* ist allerdings sehr auffallend, doch finden sich wenigstens unter den Farnen Beispiele von etwas ähnlichem und

ich will hier namentlich an die Gartenvarietät *crispum* oder *undulatum* von *Scolopendrium Phyllitis* erinnern.

»Nach SCHENK besteht also die Nervation bei dieser Gattung aus gleich starken Nerven. Obgleich dies sehr richtig ist, so geht doch aus der Beschreibung deutlich hervor, dass derselbe die wirklichen Nerven nicht gesehen hat. Was er für solche hält ist nämlich nichts anderes, als das zwischen den Nerven verlaufende emporgetriebene Blattparenchym, wodurch die Nerven eingesenkt erscheinen (nur ausnahmsweise liegen sie an der Oberfläche). Die Nerven selbst sind sehr fein, und da sie in den Vertiefungen zwischen diesen Parenchymleisten verlaufen, können sie nur in sehr gutem Erhaltungszustande bemerkt werden. Am besten können sie gesehen werden, wenn das Blattgewebe noch über der Rachis erhalten ist, denn die genannten Leisten fehlen hier und die Nerven liegen folglich ganz frei. Man sieht da, wie sie von einer kleinen Furche in der Mitte der Spindel mehr oder minder rechtwinkelig gegen den Rand des Blattes verlaufen. Sie sind immer einfach; nur bei zwei unter mehreren hunderten von mir untersuchten Exemplaren [von *Nilssonia polymorpha*] habe ich eine Gabelung eines einzelnen Nerves wahrnehmen können, und zwar in der Mitte des Blattes [der Blatthälfte] zwischen der Rachis und dem Rande. Dagegen geschieht es nicht selten, dass zwei Nerven, besonders gegen den Rand hin, sich zu e i n e m verbinden. Die Anheftung der Blattspreite auf der Oberseite der Spindel ist derart, dass diese von jener g a n z b e d e c k t w i r d, was als ein für *Nilssonia* charakteristisches Merkmal angesehen werden kann.»

Ich werde unten bei der Besprechung von *N. polymorpha* auf diese Verhältnisse zurückkommen, erinnere aber jetzt daran, dass SCHENK in seiner »Flora der Grenzschichten» *Nilssonia* zu den Farnen gebracht hatte, eine Meinung, in welcher ihm SCHIMPER (14) folgte, obschon dieser bei einer späteren Gelegenheit (17) die Gattung wieder unter den Cycadeaceen aufführte. SCHENK gründete seine Auffassung auf die Anwesenheit kleiner warzenförmiger Gebilde, welche er zwischen den Nerven einiger Exemplare beobachtete und für Fruchthäufchen hielt. Ich habe schon in meiner oben erwähnten Arbeit (16) die Gründe angeführt, weshalb ich SCHENKS Deutung nicht beipflichten kann und bemerke dazu noch, dass ich mehrere hundert Exemplare mit noch erhaltener Blattsubstanz von verschiedenen *Nilssonia*-Arten untersucht habe, ohne auch nur die geringste Spur eines Sporangiums gesehen zu haben. Auch SCHENK hatte ja solche nicht mit Sicherheit nachweisen können und bei einer späteren Gelegenheit (27) führte er *Nilssonia* wieder unter den Cycadaceen auf. Von neueren Autoren ist es nur SOLMS, der SCHENKS Auffassung gefolgt ist (18), jedoch unter der ausdrücklichen Bemerkung, dass »hierfür bislang kein sicherer Beweis hat erbracht werden können». Es liegt also kein Grund vor, *Nilssonia* von den Cycadophyten zu trennen, und wie wir im folgenden sehen werden, glaube ich jetzt auch die Samen derselben entdeckt zu haben.

Seit der Erscheinung meiner Flora von Pålsjö ist sehr wenig zur ferneren Kenntnis der Gattung mitgeteilt worden. Die meisten neuen Beiträge betreffen einzelne Arten und werden unten an anderer Stelle kurz besprochen.

Bemerkungen über den Hörsandstein.

Bevor ich zur Beschreibung der Nilssonien des Hörsandsteins übergehe, dürfte es zweckmässig sein, einige Aufschlüsse über das Vorkommen dieser Pflanzenfossilien mitzuteilen. Ich kann mich dabei sehr kurz fassen, denn ausführliche Beschreibungen des Hörsandsteins und seines Vorkommens finden sich schon in meiner Erläuterung zum geologischen Kartenblatt Trolleholm (19) sowie in meiner Geologie Schwedens (20) und in A. E. Törnebohms und A. Hennigs Erläuterungen zum Blatt 1 & 2 der geologischen Karte im Massstab 1 : 200,000 der geologischen Landesuntersuchung Schwedens (21).

Der Hörsandstein bildet an keiner Stelle grössere zusammenhängende Partieen, sondern tritt nur als kleine zerstreute Erosionsreste auf, die unmittelbar auf dem verwitterten Grundgebirge ruhen und die hauptsächlich in der Gegend von Hör noch anstehend sind. Die Kambro-Silurschichten, die unweit von Hör am Südufer des Ringsjön vorkommen und die hier im Süden von einer grossen Verwerfung niedergesenkt liegen, wurden schon vor der Ablagerung des Hörsandsteins von der nicht gesenkten Partie wegerodiert, und dies ist der Grund, weshalb der Sandstein unmittelbar auf dem Grundgebirge abgelagert wurde. Dass auch die rhätischen Schichten hier fehlen, scheint dagegen darauf zu beruhen (22), dass diese niemals auf der hohen, nicht gesenkten Grundgebirgsplatte abgelagert wurden, während dagegen das transgredierende Lias-Meer sich über dieselbe ausbreitete. In diesem seichten Meer wurde nun der Hörsandstein abgesetzt, ursprünglich als eine zusammenhängende Ablagerung, die aber später durch Erosion grösstenteils wieder zerstört wurde, so dass nur isolierte Reste bis auf unsere Tage erhalten sind. Es ist wahrscheinlich, dass die Ablagerung in einem gegen Westen offenen Meerbusen oder Ästuarium stattgefunden hat, denn je weiter man gegen Westen kommt, desto häufiger treten marine Fossilien im Sandstein auf, während nur *Cardinia Follini* Lundgr., die wahrscheinlich eine Brackwasserform darstellt, und *Limulus Nathorsti* Jackson bei Hör selbst gefunden worden sind.

Es genügt für unseren vorliegenden Zweck daran zu erinnern, dass der Hörsandstein sich aus zwei verschiedenen Sandsteinkomplexen aufbaut, die durch eine Tonschicht von einander getrennt sind. Das untere Sandsteinbett, das allein für Mühlsteine benutzt und deshalb gewöhnlich nur der Mühlstein (»Kvarnstenen») genannt wird, besteht aus einem grobkörnigen mit Feldspat gemengten Sandstein (Arkos), der unmittelbar auf dem stark verwitterten Grundgebirge ruht. In diesem Mühlstein kommen sowohl Konglomerat- wie Toneinlagerungen vor, mit welchen wir uns aber nicht zu befassen brauchen. Der Mühlstein wird von einer etwa 0,3—0,5 m. dicken Tonschicht bedeckt, die selbst von einem als Baustein benutzten feinkörnigen Sandstein überlagert wird. Die Mächtigkeit des Mühlsteinbettes mit den Einlagerungen beträgt nach K. A. Grönwall (23) im Steinbruch bei Stanstorp etwa 16 m., diejenige des oberen Sandsteins etwa 5 m.

Die Tonschicht zwischen den beiden soeben erwähnten Gesteinen bietet wegen der in derselben vorkommenden Pflanzenreste besonderes Interesse dar. Wie ich

nämlich an anderer Stelle nachgewiesen habe, kommen unter denselben auch solche Reste vor, die an der Stelle selbst gelebt haben und noch *in situ* erhalten sind. Das gilt von den Rhizomen von *Clathropteris* und *Dictyophyllum* (*Rhizomopteris cruciata* NATH. und *Rh. Schenki* NATH.), die in ihrer ursprünglichen horizontalen Lage mit den Blattnarben an der Oberseite noch zu sehen sind (4). Man muss daher annehmen, dass die Tonablagerung eine Zeitlang den Boden eines seichten Wassers gebildet hat, in welchem die Rhizome der erwähnten Pflanzen wachsen konnten. Dass auch andere Pflanzen an derselben Stelle lebten, geht daraus hervor, dass die oberste Schicht des Mühlsteins, unmittelbar unterhalb des Tones, von senkrechten nach unten verzweigten Wurzeln durchzogen ist. Die meisten Pflanzenreste des Tones dürften aber schon bei der Ablagerung desselben im Wasser befindlich gewesen und beim Absetzen des Tones in diesen eingebettet worden sein.

Die Nilssonien kommen sowohl im Ton wie im Mühlstein unterhalb desselben vor, sind aber bisher nicht mit Sicherheit im Sandstein oberhalb des Tones gefunden worden. Alle bisher beschriebenen Stücke derselben stammen vom Mühlstein,[1] ihr Vorkommen im Tone wurde allerdings schon 1885 von mir erwähnt (19), aber erst 1904 wurden Nilssonien in grösserer Menge von Herrn F. J. BLOMQVIST und mir aus demselben eingesammelt. Die Tonschicht wurde nämlich zu jener Zeit infolge der Erweiterung des Steinbruches besser zugänglich.

Aus obiger Beschreibung ist ersichtlich, dass die Tonschicht als eine Süsswasserablagerung aufzufassen ist, oder dass dieselbe wenigstens eine Zeitlang den Boden eines solchen gebildet hat. Der Reichtum des Tones an mikroskopischen Pflanzenteilen (Sporen, Pollenkörner u. s. w.) ist schon an anderer Stelle (24) von mir besprochen worden. Tierreste sind bis jetzt nicht in der Tonschicht gefunden worden, die Cardinien sowie das einzige Exemplar von *Limulus Nathorsti* stammen aus dem oberen Sandsteinbett. Ich glaube jedoch 1904 *Cardinia Follini* auch im Mühlstein gesehen zu haben, die Exemplare waren aber zu schlecht erhalten um eine sichere Bestimmung zu gestatten.

Die geologische Geschichte des Hörsandsteins lässt sich etwa auf folgende Weise zusammenfassen. Als das transgredierende Lias-Meer über die Grundgebirgsplatte hereinbrach, wurden die Reste des durch sekuläre Verwitterung zersetzten Gesteins des Grundgebirges dem Einfluss der Wellen ausgesetzt und sortiert. Hieraus resultierte die Mühlsteinablagerung, die wahrscheinlich in oder an einer Mündung abgesetzt wurde. In einem vom Flusse abgesperrten Süsswasserbecken oder in einer Lagune wurde dann die Tonschicht mit Einschliessungen der umgebenden Pflanzenwelt abgelagert, und als das Wasser seichter wurde, trat hier eine Sumpfvegetation ins Leben. Einige Pflanzen derselben — wie *Clathropteris* und *Dictyophyllum* — hatten kriechende Rhizome, die im Ton selbst einen guten Boden fanden, während die senkrechten Wurzeln anderer, die noch unbekannt sind, in das unterliegende Sandbett vordrangen.

[1] Ein dem Museum der Universität Upsala gehöriges Exemplar von *Nilssonia brevis* kommt allerdings in einem feinkörnigen Sandstein vor, da aber der Mühlstein zuweilen kleine Partien von solchem Sandstein enthalten kann, ist es nicht unmöglich dass auch dieses Stück vom Mühlstein herstammt.

Bei zunehmender Transgression des Meeres wurde endlich der obere Sandstein mit seinen marinen Tierresten und vereinzelten Pflanzenresten abgelagert.

Die Nilssonien kommen nicht überall im Mühlstein vor, sondern haben eine ziemlich lokale Ausbreitung. Sie fanden sich besonders im s. g. alten Steinbruch Per Palssons (»Per Pålssons gamla graf»), der aber schon seit längerer Zeit nicht mehr bearbeitet wird, häufig. Hier scheint Nilsson einen grossen Teil seiner Sammlungen zusammengebracht zu haben. Nach Nilssons Tode wurden seine Sammlungen für die paläobotanische Abteilung des Naturhist. Reichsmuseums in Stockholm erworben, in dessen Besitz schon zuvor umfassende, hauptsächlich von Angelin zusammengebrachte Sammlungen von Hör vorkamen. Auch ich selber habe bei wiederholten Besuchen in Hör umfassende Materialien gesammelt, und eine ausgezeichnete Sammlung wurde dortselbst für Rechnung des Museums von Herrn F. J. Blomqvist zusammengebracht.

Ausser den Sammlungen des Reichsmuseums habe ich auch diejenigen einiger anderer Museen zu Rate gezogen. Dank dem liebenswürdigen Entgegenkommen Professor A. G. Högboms in Upsala habe ich die Sammlungen der dortigen geologischen Institution, welcher auch die Marklin'schen Sammlungen einverleibt worden sind, benutzen können. Dem jetzt verstorbenen Professor F. Johnstrup verdanke ich die Untersuchung des Materials des mineralogischen Museums in Kopenhagen, während Professor E. W. Benecke in Strassburg im Elsass mir einige im dortigen geologischen Universitätsmuseum befindliche, seiner Zeit (1844) von Schimper gesammelte Abdrücke des Hörsandsteins in zuvorkommendster Weise geliehen hat.

Für die Unterstützung die ich durch die Liebenswürdigkeit der erwähnten Herren auf solche Art erhalten habe, spreche ich denselben auch hier meinen verbindlichsten Dank aus.

Nilssonia polymorpha Schenk.

Taf. 5, Fig. 9—13; Taf. 6, Fig. 9—13; Taf. 7, Fig. 20; Taf. 8, Fig. 12—18.

1867.	*Nilssonia polymorpha*		Schenk (pro parte), Flora d. Grenzsch. (13), S. 127, Taf. 29, Fig. 1—9, Taf. 30, Fig. 1.
1869.	»	»	Schimper (pro parte), Traité de pal. vég. (14), vol. 1, p. 489, pl. 45, fig. 9.
1876.	»	»	Nathorst, Växter från Pålsjö (15), S. 40, Taf. 8, Fig. 2—15, Taf. 9—11.
1878.	»	»	Nathorst, Beitr. z. foss. Flora Schwedens (16), S. 20, Taf. 8, Fig. 2—15, Taf. 9—11.
1878.	»	»	Nathorst, Floran vid Höganäs och Helsingborg (25), S. 17, Taf. 2, Fig. 6, 7.
1879.	»	»	Nathorst, Floran vid Bjuf (26), S. 72, Taf. 15, Fig. 3—5.
1887.	»	»	Schenk, Fossile Pflanzen aus d. Albourskette (27), S. 7, Taf. 1, Fig. 3, Taf. 5, Fig. 22 rechts.

Die Blätter dieser Art zeichnen sich durch die stumpfe Form ihrer Segmente aus, die meistens auch der für *Nilssonia brevis* so charakteristischen Falten entbehren. Auch wenn Falten vorhanden sind — was mitunter bei *Nilssonia polymorpha* von Pålsjö der Fall ist — sind dieselben nicht so regelmässig wie bei *N. brevis* verteilt und bei weitem nicht so scharf markiert wie bei dieser. Die Einschnitte zwischen den Segmenten erstrecken sich gewöhnlich, auch wenn diese einander berühren, bis

an die Spindel. Die Einbuchtungen sind an den Exemplaren von Hör öfters etwas breiter als an den Exemplaren von Pålsjö — also eine Tendenz auf *N. acuminata* zu — doch dürfte diese Verschiedenheit in Anbetracht der sonstigen Übereinstimmung bedeutungslos sein.

Wie schon von SCHENK und später von mir dargelegt wurde, sind die Blätter sehr variabel, so dass man alle möglichen Übergänge von ganzrandigen — die jedoch selten sind — bis zu mehr weniger unregelmässig segmentierten Blättern verfolgen kann, worüber die Abbildungen in SCHENKS »Flora der Grenzschichten» und in meiner Flora von Pålsjö die besten Aufschlüsse gewähren. Auch im Hörsandstein bei Färingtofta ist ein Blatt gefunden worden (Taf. 5, Fig. 13), das wenigstens in seinem unteren Teil ganzrandig ist, während die anderen unregelmässig segmentiert sind (Taf. 5, Fig. 9—12). Die Einschnitte des Exemplares Taf. 5, Fig. 12, das einzige Exemplar von Ormanäsgrafven, sind so seicht, dass die Bestimmung etwas unsicher bleibt; es könnte sich nämlich um den unteren Teil eines Blattes von *N. brevis* handeln — um so mehr als auch eine Andeutung von Falten vorkommt —, obschon die Zugehörigkeit zu *N. polymorpha* wohl am wahrscheinlichsten ist.

Wie ich schon längst an anderer Stelle hervorgehoben habe (28), kommen unter den von SCHENK (13) beschriebenen Exemplaren von *N. polymorpha* auch solche, die zu *N. brevis* gehören, vor. Dies gilt für die Exemplare, die auf seinen Taf. 29, Fig. 11, Taf. 30, Fig. 2—4 und Taf. 31, Fig. 1 abgebildet sind. Diese Verwechselung war zu einer Zeit, als noch keine ausführliche Beschreibung von *Nilssonia brevis* existierte, sehr begreiflich, und die Blätter der beiden Arten können einander übrigens auch zuweilen so ähnlich sein, dass es nicht immer möglich ist zu entscheiden, zu welcher derselben ein fragmentarisches Exemplar gehört. Dies gilt insbesondere, wenn die Exemplare, wie in Franken, in Schieferton vorkommen und dabei durch Druck etwas zusammengepresst sind. Ich werde unter *N. brevis* auf diese Frage zurückkommen.

Nilssonia polymorpha ist im Hörsandstein sehr selten, nur wenige Exemplare sind bisher gefunden worden. Um von der Nervatur dieser Art eine korrekte Vorstellung zu geben, teile ich auf Tafel 6 Abbildungen einiger Exemplare von Pålsjö mit, obschon die hier mitgeteilten Tatsachen schon in meiner Pålsjö-Flora zu finden sind.

Fig. 12 auf Taf. 6 stellt eine Partie der Oberseite eines verkohlten Blattes von Pålsjö zwei ein halb mal vergrössert dar. Die Blattspindel, die wie gewöhnlich ganz von der Lamina bedeckt ist, wird durch die breite Rinne angedeutet, in deren Mitte die Nerven aus einer haarfeinen Furche hervortreten um beinahe rechtwinkelig und unverästelt in den Parenchymrillen[1] zwischen den Parenchymstreifen gegen den Rand des Blattes hin zu verlaufen. Fig. 13 gibt den Abdruck der Oberseite des Blattes wieder. Der breite Mittelkiel entspricht der breiten Rinne über der Spindel und die haarfeine Leiste entspricht der Mittelfurche des ersteren Exemplares. Die Abdrücke der Nerven bilden haarfeine Furchen, die von der Mittelleiste nach beiden Seiten

[1] Als Parenchymrillen bezeichne ich die feinen Rillen an der Oberseite der Blattlamina, in welchen die Nerven bei dieser Art gegen den Blattrand hin verlaufen, als Parenchymstreifen die Streifen zwischen den ersteren. Auf der Blattunterseite treten jene als Streifen, diese als Rillen auf, während ein Abdruck dieser Seite wiederum der Oberseite ähnelt.

austreten und je in der Mitte der Streifen, die den Abdrücken der Laminarrillen entsprechen, gegen den Blattrand fortlaufen.

Fig. 9 ist der Abdruck der Unterseite eines Blattes, während Fig. 10 die Unterseite des verkohlten Blattes desselben Exemplares selbst darstellt. Dieser Abdruck gewährt keine Vorstellung von der wirklichen Anheftung der Blattspreite auf der Oberseite der Spindel, man könnte vielmehr geneigt sein zu glauben, dass dieselbe an der Seite der Spindel inseriert sei, was ja nicht der Fall ist. Wenn man die verkohlte Spindel des Exemplars Fig. 10 hätte entfernen wollen, so würde man ein dem Exemplar Fig. 13 entsprechendes Bild erhalten haben. Ein Teil der verkohlten Blattlamina des erwähnten Exemplares (Fig. 10) ist unten rechts weggefallen, so dass der Abdruck der Oberseite derselben zu sehen kommt, und hier kann man wiederum konstatieren (Fig. 11, in vierfacher Grösse) wie die Abdrücke der Nerven als haarfeine Furche in der Mitte der den Parenchymrillen entsprechenden Streifen verlaufen.

Die Anheftung der Blattspreite auf der Oberseite der Spindel ist, wie schon erwähnt, ein für *Nilssonia* charakteristisches, sehr eigentümliches Merkmal.

Die hier abgebildeten Exemplare von *N. polymorpha* aus dem Hörsandstein (Taf. 5, Fig. 9—13) stellen sämtlich Abdrücke der Unterseite des Blattes dar, so dass die Spindel durch eine tiefe Rinne angedeutet wird, die die beiden Spreitenhälften von einander trennen, während diese an Abdrücken der Blattoberseite einander sehr nahe kommen und nur durch die schmale Mittelleiste (den Abdruck der Furche) getrennt sind. An diesen Abdrücken kommen auch die Parenchymstreifen und -Rillen zu sehen, was nur ausnahmsweise an Abdrücken der Oberseite von *N. brevis* der Fall ist.

Der Bau der Blattkutikulen von *N. polymorpha* wird unter *N. brevis* besprochen, weil es mir am zweckmässigsten scheint, die Kutikulen beider Arten an gleicher Stelle zu behandeln. Über die Samen, die wahrscheinlich zu *N. polymorpha* gehören, werden unter *N. pterophylloides* einige Mitteilungen gemacht.

Vorkommen. *N. polymorpha* kommt, ausser bei Hör, auch bei Pålsjö (häufig), Sofiero, Höganäs, Bjuf etc. vor und wahrscheinlich auch auf Bornholm, obschon die von Bartholin (29), Hjorth (30) und Möller (31) beschriebenen Exemplare derselben kaum eine ganz sichere Bestimmung gestatten. Sie ist schon längst aus den rhätischen Ablagerungen Frankens bekannt; Krasser gibt sie von Österreich an (56) und Schenk hat sie (27) auch von der Albourskette beschrieben.

Nilssonia brevis Brongniart.

Taf. 1, Fig. 2—35; Taf. 2, 3, 4; Taf. 5, Fig. 1—5, 8; Taf. 6, Fig. 14—22; Taf. 7, Fig. 1—15; Taf. 8, Fig. 1—11.

1820. *Filix* ... E. Fries apud Nilsson, Om försteningar etc. (3), S. 285, Taf. 4, Fig. 3.
1825. *Nilssonia brevis* Brongniart, Observations sur les végétaux fossiles renfermés dans le grès de Hoer etc. (5), p. 218, pl. 12, fig. 4, 5.
1825. *Cycadites Nilssoni* Sternberg, Flora der Vorwelt (7), 1, S. XXXII, Taf. 47, Fig. 1.
1825. *Cycadites linearis* Sternberg, Ibidem, S. XXXIII, Taf. 50, Fig. 3.
1828. *Nilssonia brevis* Brongniart, Prodrome etc. (6), p. 95, 195.
1832. *Cycadites alatus* Berger, Versteinerungen der Coburger Gegend (11), S. 22, 29, Taf. 3, Fig. 5, 6.

1837. *Nilssonia brevis* HISINGER, Lethaea suecica (9), p. 109, tab. 34, fig. 1 (Kopie nach BRONGNIART).
1838. *Zamites brevis* PRESL in STERNBERGS Flora der Vorwelt (7), 2, S. 198.
» *Zamites filiciformis* PRESL, Ibidem, S. 199.
1841. *Nilssonia elongata* HISINGER, Lethaea suecica, supplem. sec. continuatio (9), p. 4, tab. 42, fig. 1.
» *Nilssonia brevis* HISINGER, Ibidem, p. 4, tab. 42, fig. 2.
1844. *Nilssonia brevis* GÖPPERT, Über die fossilen Cykadeen (10), S. 140.
» *Nilssonia Sternbergi* GÖPPERT, Ibidem, S. 141.
Nilssonia Bergeri GÖPPERT, Ibidem, S. 141.
1847. *Nilssonia Sternbergi* GERMAR (32) in Palaeontographica Bd 1, Lief 2, S. 123, Taf. 17, Fig. 9.
» *Nilssonia elongata* GERMAR, Ibidem, S. 123, Taf. 14, Fig. 4, 5.
» *Nilssonia brevis* oder *Bergeri* GERMAR, Ibidem, S. 124, Taf. 15, Fig. 6, 8.
» *Nilssonia linearis* GERMAR, Ibidem, S. 124, Taf. 17, Fig. 10.
1867. *Nilssonia polymorpha* SCHENK (pro parte), Flora der Grenzschichten (13), S. 127, Taf. 29, Fig. 11, Taf. 30, Fig. 2—4, Taf. 31, Fig. 1.
1869. *Nilssonia polymorpha* SCHIMPER (pro parte), Traité de pal. vég. (14). Vol. 1, p. 489, pl. 45, fig. 6.
» *Nilssonia brevis* SCHIMPER, Ibidem, p. 490.
1875. *Nilssonia brevis* SAPORTA, Plantes jurassiques (14 a), t. 2, p. 43, pl. 79, fig. 1 & 2.
1894. *Nilssonia brevis* NATHORST, Sveriges geologi (20), S. 180, Fig. 1.

Schon bei seiner ersten Beschreibung dieser Art bildet BRONGNIART (5, Taf. 12, Fig. 5) ein Blattfragment ab, das seiner Meinung nach ein noch in der Knospe eingerolltes Blatt (»encore enroulée en crosse») darstellen sollte. Die Abbildung ist nicht eben überzeugend, und da ich kein entsprechendes Stadium unter den vielen hunderten von mir untersuchten Blättern von *Nilssonia polymorpha* gefunden hatte, sprach ich in der schwedischen Ausgabe meiner Pålsjöflora (15) einigen Zweifel gegen die Deutung BRONGNIART's aus. SCHIMPER, durch dessen Vermittelung die deutsche Ausgabe (16) veröffentlicht wurde, teilte mir aber schriftlich mit, dass sich Exemplare von *N. brevis* aus Hör in seinem Besitz befänden, durch welche die Richtigkeit der BRONGNIART'schen Behauptung bestätigt werde. Diese Mitteilung SCHIMPERS wurde in der deutschen Ausgabe meiner Arbeit erwähnt, wo auch die Angabe desselben Autors, dass diese Einrollung der jungen Blätter »einer der Hauptgründe» sei, warum er *Nilssonia* zu den Farnen zog, mitgeteilt wurde. Da aber eine ähnliche Einrollung auch bei den Cycadaceen vorkommen kann, so lässt sich dieselbe selbstverständlich nicht als Beweis gegen die Cycadophytennatur von *Nilssonia* anführen.

Ich habe seit jener Zeit mehrere Exemplare mit eingerollten Blättern von *Nilssonia brevis* untersuchen können und teile hier Abbildungen derselben mit (Taf. 1, Fig. 2—11). Das Exemplar Fig. 4 gehört dem mineralogischen Museum der Universität Strassburg, die Exemplare 2, 3 und 8—9 sind Eigentum des mineralogisch-geologischen Instituts (MARKLIN's Sammlung) der Universität Upsala, die übrigen befinden sich in der paläobotanischen Abteilung des Naturhistorischen Reichsmuseums zu Stockholm. Die Abbildungen bedürfen keiner Erläuterung, die eingerollten Blätter sind entsprechenden Farnblättern überaus ähnlich. Das Exemplar Fig. 8, von welchem Fig. 9 eine Abbildung von der Seite gesehen darstellt, ist besonders instruktiv, denn aus demselben geht hervor, dass eine Längsfalte an jeder Hälfte der Blattlamina eine Umbiegung derselben nach unten verursacht hat. Auch am Exemplar Fig. 10 tritt die nämliche Erscheinung zu Tage, und es ist möglich, dass das Exemplar Fig. 12, 13 ein eben erst aufgerolltes junges Blatt darstellt.

Es unterliegt also keinem Zweifel, dass die Blätter von *Nilssonia brevis* in der

Knospe eingerollt waren. Es ist unter solchen Umständen merkwürdig, dass eine entsprechende Knospenlage bei anderen Arten der Gattung bisher nicht beobachtet worden ist. Sich auf negative Beweise zu stützen ist allerdings sehr ungewiss, doch wäre es wohl nicht unmöglich, dass verschiedene Arten der Gattung sich in dieser Hinsicht abweichend verhalten haben.

Bevor ich zur Beschreibung der Blätter übergehe, dürfte es zweckmässig sein, die Erhaltungsweise der im Sandstein vorkommenden Pflanzenreste zu erörtern. Weil die organische Substanz der Fossilien immer verschwunden ist, so kommen sie hier nur als Hohlräume oder, wenn diese blosgelegt sind, als Abdrücke vor. Ein Blatt kann also nur mit Abdrücken von seiner Ober- und Unterseite vorliegen. Wenn das Blatt dünn ist, so sind die beiden Abdrücke einander ähnlich, anders verhält es sich aber, wenn es sich um dicke, lederartige oder fleischige Blätter handelt. Denn in diesem Falle muss der Abdruck der Oberseite von demjenigen der Unterseite — sofern nämlich eine ursprüngliche Verschiedenheit zwischen beiden vorhanden war — mehr weniger abweichen. Dies ist eben mit den Abdrücken von *Nilssonia brevis* der Fall, die Abdrücke der Oberseite sind denen der Unterseite recht unähnlich. Erstens macht sich eine Verschiedenheit durch die Anheftung der Blattlamina auf der Oberseite der



Fig. 1 und 2. Schematische Querschnitte der Blätter von *Nilssonia brevis* (1) und *N. polymorpha* (2).

Spindel geltend, so dass die Spindel nur an den Abdrücken der Unterseite, und zwar als eine tiefe Rinne zu sehen kommt, während der Abdruck der Oberseite keine Spur der Spindel selbst aufzuweisen hat; man sieht nur die schmale Leiste, die dem Abdruck der haarfeinen Furche zwischen den beiden Hälften der Blattlamina entspricht. Unsere Abbildungen Taf. 1, Fig. 19 und 32 (rechts), Taf. 2, Fig. 1, Taf. 3, Fig. 3 und Taf. 5, Fig. 2 stellen Abdrücke der Blattoberseite von Exemplaren aus dem Sandstein dar, während die übrigen Abbildungen Abdrücke der Unterseite sind, an welchen der tiefe Abdruck der Spindel zu sehen kommt. Nebenstehende Textfiguren 1 und 2, die schematische Querschnitte der Blätter von *Nilssonia brevis* und *N. polymorpha* darstellen sollen, dürften obige Verhältnisse am besten erläutern. Es geht aus denselben sofort hervor, dass um eine getreue Vorstellung von dem wirklichen Aussehen und Bau der verschiedenen Seiten des Blattes zu erhalten, Abgüsse der Blattabdrücke angefertigt werden müssen. Diese Abgüsse entsprechen also dem tatsächlichen Aussehen des Blattes selbst.

Die Abbildungen Fig. 11—24 auf unserer Tafel 2 sind solche Wachsabgüsse, und zwar Fig. 11—18 von Abdrücken der Oberseite, Fig. 19—24 von Abdrücken der Unterseite des Blattes, d. h. jene zeigen uns das ursprüngliche Aussehen der Oberseite, diese das Aussehen der Unterseite der betreffenden Blätter. Von diesen Abbildungen beanspruchen die Figuren 18 und 19 besonderes Interesse, weil sie die Ab-

güsse der beiden Gegenplatten desselben Blattabdruckes sind und also das wirkliche Aussehen der beiden Seiten desselben Blattes zeigen.

Die Abgüsse der Abdrücke der Blattoberseite geben uns eine ganz andere Vorstellung von dem Aussehen des Blattes als man bis jetzt kannte. Diese Seite ist nämlich durch ziemlich regelmässig gestellte, scharf markierte tiefe Rinnen charakterisiert, und die Fläche zwischen den Rinnen ist eben und mehr weniger gewölbt (Taf. 2, Fig. 17, die Oberseite von der Seite gesehen). Gewöhnlich entbehrt diese Seite vollständig einer Andeutung sowohl der Nerven wie der Streifen; an jungen Exemplaren, deren Blätter wahrscheinlich noch nicht ihre feste Konsistenz erlangt hatten (Taf. 2, Fig. 15) und an solchen, die offenbar einem Druck ausgesetzt gewesen sind, können jedoch die Streifen oder Andeutungen derselben zu sehen kommen, was aber nicht als ursprünglich sondern nur als ein Erhaltungszustand anzusehen ist. Dass diese Auffassung richtig ist, wird durch die Exemplare mit noch erhaltener Kohlenrinde, die in der Tonschicht vorkommen, bewiesen. Bevor ich aber diese Exemplare bespreche, dürfte es zweckmässig sein, auch die Abgüsse der Abdrücke von der Unterseite des Blattes, die uns das ursprüngliche Aussehen dieser Seite zeigen, zu betrachten.

Bei diesen (Taf. 2, Fig. 19—24) ist die Spindel sehr stark hervortretend, den Querrinnen der Oberseite entsprechen hier Leisten, d. h. die Rinne an der Oberseite und die entsprechende Leiste an der Unterseite geben zusammen eine Querfalte des Blattgewebes wieder. Die ganze Unterseite der Blattlamina ist ganz wie bei *Nilssonia polymorpha* mit regelmässigen Streifen bedeckt, die jedoch an den Faltenleisten meistens wenig scharf hervortreten. In solchen Fällen, wo die Falten selbst wenig entwickelt sind (Taf. 2, Fig. 24) kommen die Streifen am besten zu sehen. Die Abbildung Taf. 5, Fig. 8 in doppelter Grösse von einem Abdruck der Blattunterseite aus der Tonschicht zeigt die Streifen sehr deutlich auch an den Abdrücken der Faltenleisten, während sie sonst an diesen meistens zurücktreten (Taf. 2, Fig. 19, 21—23) und hauptsächlich in den Zwischenräumen entwickelt sind. Es sind die Abdrücke dieser Faltenleisten der Unterseite, die für Abdrücke von stärkeren Nerven gehalten wurden (Taf. 1, Fig. 30, 31). An verkohlten Exemplaren, die in der Tonschicht vorkommen und die nicht zu stark zusammengepresst sind, sind die Faltenrinnen der Blattoberseite sehr deutlich (Taf. 7, Fig. 5), und diese Exemplare gleichen also vollständig den oben beschriebenen Wachsabgüssen von Abdrücken der Oberseite. Die Abdrücke dieser Seite, die im Tone vorliegen, stimmen mit denjenigen des Sandsteins vollständig überein.

Das auf Taf. 6 Fig. 19—22 abgebildete aus der Tonschicht stammende Exemplar ist sehr instruktiv. Fig. 19 stellt einen Abdruck der Blattoberseite dar, an welchem die Abdrücke der Faltenrinnen als scharfe Leisten hervortreten (Fig. 20, Detailfigur in zweifacher Grösse). Fig. 21, die Gegenplatte des Exemplares Fig. 19, zeigt die verkohlte Oberseite mit den scharfen Faltenrinnen des Blattes selbst. Fig. 22 endlich ist eine zweite Photographie desselben Exemplares wie Fig. 21 nach teilweiser Entfernung der Kohlensubstanz, so dass der Abdruck der Unterseite stellenweise zu sehen kommt. An diesem wird die schmale Längsfurche inmitten der Ober-

seite durch den breiten Abdruck der Spindel ersetzt, die Streifen treten sehr deutlich an den Abdrücken der Segmente hervor und die Falten sind durch Rinnen angedeutet. Weil nämlich die Falten an der Oberseite des Blattes als Rinnen, an der Unterseite aber als Leisten hervortreten, so müssen sie selbstredend auch an den Abdrücken dieser Seite als Rinnen erscheinen, d. h. solche Abdrücke zeigen in dieser Hinsicht eine gewisse Ähnlichkeit mit der Oberseite, wenngleich die Rinnen nicht so schmal sind wie an dieser. Dazu kommt aber der durchgreifende Unterschied, dass die Oberseite des Blattes zwischen den Rinnen ganz eben war, während die Abdrücke der Unterseite dagegen scharf gestreift sind (Textfigur 3).

Obschon die Falten, wie schon erwähnt, eine gewisse Regelmässigkeit aufweisen können, ist es doch klar, dass man diese Regelmässigkeit nicht streng durchgeführt erwarten kann. Es ist also unmöglich, die Zahl der Falten innerhalb eines Segments, wie BRONGNIART zu meinen scheint, als Speciesmerkmal zu benutzen. Er sagt nämlich (5) *Nilssonia elongata* betreffend: »nervures principales [d. h. die Falten] au nombre de q u a t r e, separées chacune par deux ou trois nervures plus fines» [die Streifen], während es von *N. brevis* heisst: »nervures principales au nombre de t r o i s, confluentes vers le sommet, séparées chacune par trois nervures plus fines et tuber-



Fig. 3. Schematischer Durchschnitt, parallel mit der Spindel, eines Segmentes von *Nilssonia brevis*, die Rinnen der Oberseite und die entsprechenden Leisten der Unterseite zeigend. An dieser Seite kommen auch die Rillen und Streifen zu sehen, während die Oberfläche der Oberseite zwischen den Rinnen eben ist.

culeuses», Diagnosen die von HISINGER (9) in lateinischer Sprache wiedergegeben wurden. Auch die Zahl der Streifen zwischen den Falten ist selbstretend ohne Bedeutung.

Wenn die Segmente des Blattes ziemlich regelmässig und ungefähr gleichbreit sind, dann kann allerdings dieselbe Faltenzahl innerhalb eines jeden derselben vorkommen und beträgt öfters drei. Man braucht aber nicht viele Exemplare zu untersuchen, um die Erfahrung zu machen, dass diese Zahl sogar innerhalb der Segmente eines und desselben Blattes variieren kann. Um nur ein Beispiel anzuführen, so zählt man an dem Exemplar Taf. 3. Fig. 4 im unteren Teil des Blattes, wo die Segmente breit sind, bis sechs Falten, während die oberen Segmente drei, vier oder nur eine einzige aufweisen (man vergleiche auch andere von den abgebildeten Exemplaren). Je breiter die Segmente sind, desto grösser ist selbstverständlich die Zahl der innerhalb derselben befindlichen Falten (Taf. 1, Fig. 34, Taf. 2, Fig. 7, Taf. 7, Fig. 1—3). Es kommt aber zuweilen vor, dass auch verhältnismässig breite Segmente nur drei Falten aufzuweisen haben wie das Exemplar Taf. 1, Fig. 33 und Taf. 2, Fig. 21 (Abguss desselben). Eine besondere Beachtung verdienen Exemplare, deren Segmente nur eine einzige Falte in der Mitte haben (z. B. das Exemplar Taf. 5, Fig. 3, unten rechts), denn Fragmente solcher Exemplare können bei mangelhafter Erhaltung für *Cycadites-* oder Farnreste gehalten werden.

Was die Nerven von *Nilssonia brevis* betrifft, so habe ich dieselben nie an Exemplaren von Hör, und auch nicht an verkohlten Blättern aus der Tonschicht, beobachten können. Es ist klar, dass sie nicht wie bei *N. polymorpha* in Rillen an der Oberseite des Blattes verlaufen, denn die Oberfläche dieser Seite ist ja zwischen den Falten ganz eben. Man muss daher annehmen, dass die Nerven aus dem Blattparenchym der Oberseite nicht hervorgetreten sind. Nur an dem einzigen Exemplar von *Nilssonia brevis,* das bei Pålsjö gefunden wurde, habe ich die Nerven beobachtet. Dieses Exemplar, von welchem Taf. 6, Fig. 17 eine Partie darstellt, ist sehr stark gepresst, und wahrscheinlich infolge dieser Pressung sind die Nerven an der Oberfläche als haarfeine Streifen zu sehen gekommen (Fig. 18, in dreifacher Grösse). Andererseits ist es klar, dass die Streifen an der Unterseite des Blattes von *Nilssonia brevis* den Nerven entsprechen müssen, die an den Abdrücken dieser Seite die feinen Rillen hervorgerufen haben. Und so kommt es, dass auch »les nervures plus fines» von BRONGNIART nicht den wirklichen Nerven sondern den Rillen zwischen denselben entsprechen. Das Exemplar Taf. 1, Fig. 30 und die Abbildung eines Segmentes desselben in doppelter Grösse Fig. 31 stellt das gewöhnliche Aussehen eines Abdruckes der Blattunterseite sehr deutlich dar. Man sieht hier, dass die Streifen über das ganze Segment regelmässig verteilt sind, obschon sie an den Falten nur schwach hervortreten.

Der Umstand, dass der Bau der Oberseite des Blattes von *N. brevis* so sehr von dem der Unterseite abweicht, spricht dafür, dass die Blätter dick und lederartig oder sogar fleischig waren, und dies in noch höherem Grade als die Blätter von *N. polymorpha.* Von dieser Art weichen die Blätter ausserdem auch durch die konstante Faltung, durch die an der Blattoberseite nicht hervortretenden Nerven, durch die Form der Segmente usw. ab. Es unterliegt also keinem Zweifel, dass die beiden Arten von einander gut getrennt sind, obschon es nicht immer möglich sein dürfte, kleine oder schlecht erhaltene Fragmente beider Arten von einander zu unterscheiden.

Betreffs der Falten von *Nilssonia brevis* sei übrigens ausdrücklich bemerkt, dass ich diese Bezeichnung nur darum benutzt habe, weil ich keinen besseren Namen für die betreffende Erscheinung weiss. Eine Falte im eigentlichen Sinne des Wortes ist es wohl jedenfalls nicht, vielmehr handelt es sich wahrscheinlich um einen besonderen Bau, der für einen uns noch unbekannten biologischen Zweck entwickelt wurde. Die Faltenrinnen der Blattoberseite laufen in die Längsrinne über der Spindel, wie Seitengraben in einen Hauptgraben auf einem Acker aus; zu welchem Zweck dies geschieht, wissen wir aber nicht. Bei *Nilssonia polymorpha* dürften die Rillen der Oberseite denselben Dienst wie die Faltenrinnen geleistet haben, hier waren, aus einer uns unbekannten Ursache, so tiefe Rinnen nicht vonnöten.

Est ist mir gelungen, durch Behandlung verkohlter Blattfragmente aus der Tonschicht mit Eau de Javelle oder mit chlorsaurem Kali und Salpetersäure, mikroskopische Präparate der Kutikula der beiden Blattseiten von *Nilssonia brevis* zu erhalten. Dasselbe hat sich auch mit verkohlten Blättern von *Nilssonia polymorpha* aus Pålsjö bewerkstelligen lassen. und ich habe es für zweckmässig gehalten, beide im Zusammenhang zu besprechen.

Die Kutikula der Blattoberseite ist bedeutend kräftiger entwickelt als die der Unterseite. Die Zellen der Oberseite an den Blättern von *Nilssonia brevis* sind unregelmässig polygonal oder etwas in der Längsrichtung des Segments ausgezogen (Taf. 7, Fig. 14, 15, Taf. 8, Fig. 7, 9), doch kommen Zonen mit stärker kutinisierten und rundlicheren Zellen vor (Taf. 7, Fig. 14, 15 unten, und insbesondere Taf. 8, Fig. 7). Ich nehme an, dass diese Zonen den Faltenrinnen entsprechen. An Kutikulapräparaten der Blattoberseite von *N. polymorpha* habe ich ähnliche Zonen nicht beobachtet. Auch bei dieser Art sind die Epidermis-Zellen der Oberseite (Taf. 8, Fig. 18) polygonal, dickwandig. Spaltöffnungen kommen an der Oberseite bei keiner der Arten vor, zuweilen haben aber die Zellen dieser Seite eine solche Anordnung, dass man eine Behaarung vermuten könnte, ohne dass jedoch etwas sicheres in dieser Hinsicht gesagt werden kann.

Die Kutikula der Blattunterseite bietet grosses Interesse dar, obschon die Deutung der Verhältnisse schwierig ist. Taf. 8, Fig. 1 ist die Abbildung eines Präparates dieser Seite von *Nilssonia brevis*, während Fig. 2 und 3 Partien desselben Präparats, und zwar am Rande, wo die Blattlamina an der Spindel angeheftet war, in stärkerer Vergrösserung zeigen. Hier kommen eigentümliche aus stark kutinisierten, spitzen Papillen bestehende Streifen vor, die mit abnehmender Breite sich über die Blattlamina erstrecken um endlich zu verschwinden. Wie aus Fig. 2 und Fig. 3 erhellt, ist auch eine Gruppe von diesen Papillen auf den Rand selbst beschränkt, und an entsprechenden Präparaten von *N. polymorpha* (Taf. 8, Fig. 12—14) scheinen die betreffenden Papillengruppen am Rande allein vorzukommen. Welche Bedeutung denselben zukommt, weiss ich nicht.

An den Präparaten der letztgenannten Art ist auch das Kutikulahäutchen der Spindel selbst zu sehen. Die Zellen desselben sind langgestreckt, und etwas vom Rande entfernt kommen darunter auch Zellen mit stärker kutinisierter und deshalb braungelblich hervortretender Zellwand vor. In der Mitte dieser Zellen mit stärker kutinisierter Wand findet sich eine kreisförmige oder ovale Papille (Taf. 8, Fig. 16 und 17).

Wie aus den Figuren 8 (*N. brevis*) und 12 (*N. polymorpha*) erhellt, ist die Blattunterseite beider Arten durch Abwechselung von breiteren dunkleren Zonen mit Spaltöffnungen und schmäleren helleren Zonen ohne solche charakterisiert. Die Spaltöffnungszonen korrespondieren mit den soeben erwähnten Papillengruppen, was insbesondere an den Präparaten von *Nilssonia polymorpha* (Taf. 8, Fig. 12—14) aber auch an denen von *N. brevis* (Taf. 8, Fig. 3) beobachtet werden kann. Man darf wohl ohne weiteres annehmen, dass die Spaltöffnungszonen zwischen die Nerven, die Zonen ohne Spaltöffnungen dagegen über die Nerven gestellt waren. Die Spaltöffnungen (Taf. 8, Fig. 4, 14 und 15) sind denen von *Baiera* (34), von gewissen Coniferen und von anderen rhätischen Pflanzen sehr ähnlich, d. h. sie sind von einem Kreis von Zellen umgeben, deren der Öffnung zunächst liegender Teil sehr stark verdickt ist und etwas über die Oberfläche hervorragt. Die Schliesszellen habe ich niemals beobachtet, sie waren wohl nicht kutinisiert genug um erhalten bleiben zu können. Die dunklen Streifen, die am Präparat Taf. 8, Fig. 8 quer über dasselbe verlaufen, bestehen

aus stark kutinisierten etwas papillenartig emportretenden Zellen. Solche kommen zuweilen auch an Präparaten der Unterseite von *N. polymorpha* vor.

Die Zellen, die die spaltöffnungsfreien Zonen bilden, sind wenig kutinisiert, weshalb diese Zonen ein helleres Aussehen haben. Unter diesen Zellen kommen aber andere mit stark kutinisierter Wand zerstreut vor und bilden kleine gelbliche Flecke (Taf. 8, Fig. 4, 5, 8). Fig. 6 derselben Tafel stellt eine Partie mit drei solchen Zellen in stärkerer Vergrösserung dar, von welchen die beiden oberen durch ihre dunklere Farbe hervortreten. Obschon von kreisförmiger Gestalt sind diese Zellen den stark kutinisierten Zellen der Blattspindel von *N. polymorpha* (Taf. 8, Fig. 16, 17) überaus ähnlich und zeigen dementsprechend auch in der Mitte einen inneren Kreis. Ähnliche Zellen wurden von SCHENK irriger Weise für die Spaltöffnungen gehalten. Er deutete den kleinen Kreis innerhalb der Zelle als eine Lücke. »Diese ovalen Lücken glaube ich als die Cuticularöffnungen der Spaltöffnungen ansehen zu dürfen» (SCHENK, 13, S. 124, Taf. 29, Fig. 10). Man braucht nur SCHENKS Abbildung mit unseren Figuren 6 und 17 auf Tafel 8 zu vergleichen um einzusehen, dass es sich um dieselbe Bildung handelt. Diese Figuren zeigen aber ebenfalls ganz bestimmt, dass der Kreis in der Mitte der Zellen nicht als eine Lücke gedeutet werden kann. Welche Bedeutung demselben beizumessen ist, weiss ich nicht. SCHENK hat jedenfalls die wahren Spaltöffnungen von *Nilssonia* nicht gesehen.

Es ist eine gewöhnliche Erscheinung an Präparaten beider Arten Harzkörnchen von verschiedener Grösse anzutreffen. Sie sind sehr häufig unter den Residuen, die zwischen den Kutikulahäutchen der beiden Blattseiten zum Vorschein kommen, und haften nicht selten, wie das Präparat von der Oberseite von *N. brevis* Taf. 8, Fig. 9 zeigt, noch fest am Kutikulahäutchen. Einige von den kleinsten Harzkörnchen sind gelb, glänzend und durchsichtig wie Bernstein; zwei solche Körnchen sind auf Taf. 8, Fig. 10 und 11 abgebildet. Ihr Durchmesser beträgt nur etwa 100 μ.

Ich glaube es bei obiger Skizze über den Bau der Kutikulen des *Nilssonia*-Blattes bewenden lassen zu können, obschon dieselbe allerdings nicht erschöpfend ist. Und da ich mich nur wenig mit entsprechenden Untersuchungen rezenter Pflanzen beschäftigt habe, halte ich es für das richtigste mich auf die Mitteilung der Tatsachen selbst zu beschränken, ohne irgend welche Schlussfolgerungen aus denselben zu ziehen. So viel geht jedenfalls aus diesen Tatsachen hervor, dass der innere Bau der Blätter von *Nilssonia brevis* und *N. polymorpha* recht kompliziert gewesen sein muss, weshalb es sehr erwünscht wäre, einmal wirkliche Versteinerungen mit noch erhaltener anatomischer Struktur derselben zu bekommen. Hierfür scheinen aber in Schweden die Aussichten leider gänzlich zu fehlen.

Es erübrigt jetzt noch die äussere Gestalt der Blätter von *Nilssonia brevis* zu besprechen. Diese ist sehr variabel, so dass kaum zwei Exemplare sich vollständig gleichen. Wie bei *N. polymorpha* kommt auch bei *N. brevis* eine Form mit ganzrandigen Blättern vor (Taf. 1, Fig. 14), die jedoch nur unter jungen Blättern und auch bei diesen sehr selten zu finden ist. Die vollständigen Blätter waren linear oder bandförmig von wechselnder Breite — 1,5 bis 12 Centimeter. Sie scheinen ungestielt (Taf. 3, Fig. 4) oder höchstens sehr kurz gestielt (Taf. 1, Fig. 35) gewesen zu sein,

denn unter den vielen von mir untersuchten Exemplaren habe ich keinen längeren Stiel als die letztgenannte Figur angibt beobachtet. Die Länge der grössten von mir gesehenen Blätter beträgt etwa 50 Centimeter, andere scheinen jedoch noch grösser gewesen zu sein, und man dürfte dementsprechend die Länge der grössten Blätter wenigstens auf 60 Centimeter schätzen können, was ja im Verhältnis zur Grösse rezenter Cycadaceen unbedeutend ist.

Hinsichtlich der Segmentierung der Blätter und der Form der Segmente verdient das beinahe vollständige Blatt Taf. 3, Fig. 4 besondere Beachtung. Es geht nämlich aus demselben hervor, dass die untersten Segmente beinahe bis zur Spindel von einander getrennt sind und dass ihre Spitze abgerundet oder stumpf ist, während die Segmente des oberen Teiles des Blattes, die etwa zur Hälfte ihrer Länge mit einander verwachsen sind, gegen ihre Spitze mehr weniger schmäler sind. Es muss hierbei auch bemerkt werden, dass, weil die Segmente oftmals am Rande des Blattes etwas umgebogen sind, die äusserste Spitze derselben im Gestein nicht immer zu sehen kommt, weshalb sie stumpfer erscheinen, als sie in Wirklichkeit sind. Die Figuren 26—28 auf Tafel 1 dienen dazu dies Verhältnis zu illustrieren. Fig. 26 stellt das Blattfragment von vorn gesehen dar, die Spitzen der Segmente erscheinen hier ziemlich kurz, weil sie am Blattrand umgebogen sind, so dass die äussersten Spitzen derselben nicht zum Vorschein kommen. Fig. 27 stellt dasselbe Blatt von der Seite gesehen dar, und hier kommen auch die ausgezogenen Spitzen der Segmente zu sehen, während Fig. 28 den Umriss der Umbiegung des Blattes am Rande skizziert. Dass die Spitzen der Segmente, auf Grund dieser Umbiegung, oft im Gestein verborgen sind, geht besonders deutlich aus dem Exemplar Taf. 3, Fig. 5 hervor.

Mit Rücksicht auf die Gestalt der Segmente kann man allerdings eine Form (*f. truncata*) mit ziemlich abgestutzter oder querer Spitze (Taf. 1, Fig. 19, 23, 32, 33) von der *f. genuina* mit mehr weniger schmäler werdender Spitze trennen, da aber Übergänge zwischen beiden nicht fehlen, so hat jene Form wenig Wert. Als Typus für die Form *genuina* ist das Exemplar Taf. 2, Fig. 8 anzusehen. Es ist dies, wie oben erwähnt, dasselbe, das schon 1820 von NILSSON und 1825 von STERNBERG abgebildet wurde. Zu dieser Form gehören die meisten hier abgebildeten Exemplare, die Verschiedenheiten sind nicht grösser, als was man bei so variablen Blättern schon im voraus erwarten konnte. Am meisten abweichend sind einige Blätter (z. B. Taf. 2, Fig. 9), deren Segmente bis zur Spindel von einander getrennt sind; bei der sonstigen Übereinstimmung mit der gewöhnlichen Form, und da Übergänge zu dieser nicht fehlen, ist jedoch kein Grund vorhanden, sie von dieser zu trennen. Was die Blattspitze betrifft, so bietet dieselbe (Taf. 2, Fig. 3—5; Taf. 5, Fig. 1, 2) gewissermassen eine Analogie zur Blattspitze von *Pterophyllum* dar, obschon der sonstige Bau des Blattes ja bei diesem ganz abweichend ist.

Das auf Tafel 4 abgebildete Prachtexemplar, das fünf demselben Individuum angehörige mehr weniger vollständige Blätter der typischen Form darstellt, ist auch hinsichtlich der Variabilität der Segmente lehrreich. Denn diejenigen des mittleren Blattes sind z. T. bedeutend schmäler als die der anderen Blätter. Diese Form mit schmäleren und längeren Segmenten bildet den Übergang zu BRONGNIARTS *Nilssonia*

elongata. Die Exemplare Fig. 1—3 auf Tafel 5 können noch als zu *N. brevis* gehörend angesehen werden, während die Exemplare Fig. 4 und 5 derselben Tafel mit sehr schmalen Segmenten, die am Exemplar Fig. 5 beinahe bis zur Spindel von einander getrennt sind, als *f. subelongata* bezeichnet werden können. Fig. 6 endlich stellt das Originalexemplar von *N. elongata* BRONGNIART dar, das ich unter solchen Umständen nur für eine Varietät von *N. brevis* ansehen kann.

Vorkommen. *N. brevis* ist in Schweden ausser bei Hör nur bei Pålsjö (sehr selten) gefunden und kommt in Deutschland bei Coburg, Quedlinburg, Halberstadt und in Franken vor.

Nilssonia brevis f. elongata (BRONGNIART).

Taf. 5, Fig. 6, 7.

1820.	*Filix*	E. FRIES apud NILSSON, Om försteningar etc. (3), S. 285, Taf. 4, Fig. 2.
1825.	*Nilssonia elongata*	BRONGNIART, Observations sur les végétaux fossiles renfermés dans les grès de Hoer etc. (5). p. 218, pl. 12, fig. 3, 3*.
1837.	» »	HISINGER, Lethæa suecica (9), p. 110, tab. 34, fig. 2 (Kopie nach BRONGNIART.)
1869.	» »	SCHIMPER (excl. synon.), Traité de pal. vég. (14). p. 491.

Dies Exemplar, das von NILSSON bei N. Hultarp (also nicht bei Hör selbst) gefunden wurde, weicht durch die bis zur Spindel von einander getrennten Segmente von *N. brevis* ab, stimmt aber sonst mit dieser vollständig überein, und kann in Anbetracht der eben erwähnten Übergänge höchstens als eine Varietät oder Form derselben angesehen werden. Ihr Hauptinteresse liegt darin, dass sie gewissermassen eine Anknüpfung an *N. pterophylloides* bietet.

Nilssonia pterophylloides NATHORST.

Taf. 6, Fig. 1—8; Taf. 7, Fig. 16—19.

1879.	*Nilssonia pterophylloides*	NATHORST, Floran vid Bjuf (26). Heft. 2. S. 72, Taf. 16, Fig. 1, Taf. 17, Fig. 2—3.
1885.	*Dioonites spectabilis*	NATHORST, Ibidem, Heft. 3. S. 124.
1902.	» »	NATHORST, Mesozoische Cycadophyten (34), S. 18, Taf. 1, Fig. 24, 25.

Wie ich schon in der zweiten Lieferung von »Floran vid Bjuf» (26) bei der ersten Beschreibung dieser Art hevorgehoben habe, sprechen alle Umstände dafür, dass es sich um eine echte *Nilssonia* handelt. Die Blattsegmente sind an der Oberseite der Spindel so angeheftet, dass diese von denselben vollständig verdeckt wird, während die Spindel an der Unterseite des Blattes sehr stark und kräftig hervortritt. Dazu scheinen die Nerven einfach zu sein und es war also unrichtig, wenn ich die Pflanze später unter *Dioonites* brachte.

Wie aus den Abbildungen Taf. 6, Fig. 1 und 2 hervorgeht, ist die Spindel im unteren Teil des Blattes sehr breit und kräftig und geht unten in einen breiten Stiel

über, der jedoch ziemlich kurz gewesen sein dürfte. Die Abbildung auf Taf. 17, Fig. 2 in »Floran vid Bjuf» stellt die Unterseite des Blattes selbst mit der noch erhaltenen sehr kräftigen Spindel dar, während die Abbildung auf unserer Taf. 6, Fig. 3 die Oberseite des Blattes selbst mit dem Abdruck der Spindel ist, weshalb die Spindel hier durch eine tiefe Rinne angegeben wird. An der vollständig erhaltenen Oberseite des Blattes (Taf. 6, Fig. 4) ist die Spindel dagegen nicht zu sehen, weil sie hier von den Basalteilen der Segmente vollständig verdeckt wird, man sieht nur die feine Rinne in der Mitte, aus welcher die Nerven wie bei anderen Nilssonien heraustreten. Fig. 5 ist ein Abdruck dieser Seite, und hier wird die erwähnte Rinne selbstredend durch eine schmale Leiste ersetzt.

Die Blattsegmente sind ziemlich regelmässig, linear, gegen die Spitze allmählich schmäler werdend, bis 10 Centimeter lang, 3—9 Millimeter (gewöhnlich 5—7), ausnahmsweise bis 13 Millimeter breit. Die Oberseite der Segmente ist mit einfachen, ziemlich tiefen etwa 0,5—1 Millimeter von einander entfernten Längsrinnen versehen, deren Zahl mit der Breite der Segmente korrespondiert und dementsprechend 3—10 betragen kann.

Ich glaubte ursprünglich, dass diese Längsrinnen den Rillen an der Oberseite der Blätter von *Nilssonia polymorpha* entsprächen, und dass also in jeder Rinne ein Nerv verliefe. Die neuen Exemplare von Bjuf zeigen jedoch, dass dies nicht der Fall ist, sondern dass die Nerven statt dessen ihren Platz zwischen den Rinnen haben, so dass ein Nerv auf jeden Zwischenraum kommt. Sie sind haarfein, in das Blattparenchym eingebettet und verlaufen genau in der Mitte zwischen zwei Rinnen (Taf. 6, Fig. 6 und 7), die also den Rinnen an der Oberseite der Blätter von *N. brevis* entsprechen (vergl. Taf. 6, Fig. 21). Die Blätter von *N. pterophylloides* sind ziemlich dick und stark verkohlt, die Kutikula ist aber verhältnismässig dünn, so dass der Umriss der Zellen nicht deutlich zu sehen kommt. Die Präparate geben daher die besten Bilder, wenn sie trocken aufbewahrt werden. Von den vielen Präparaten, die ich angefertigt habe, sind die auf Taf. 7, Fig. 18 und 19 die besten, obschon auch sie nicht eben deutlich sind. Fig. 18 stellt die Kutikula der Oberseite dar; ich nehme an, dass die beiden Zonen mit mehr polygonalen und stärker kutinisierten Zellen den Rinnen entsprechen. Die Kutikula der Blattunterseite zeigt abwechselnde dunklere und hellere Zonen, gerade wie bei *N. polymorpha* und *N. brevis;* die ersten entsprechen wohl den Spaltöffnungszonen derselben. Fig. 19 ist eine Partie einer solchen Zone, die ja recht undeutlich ist.

Ich kann bei dieser Gelegenheit nicht umhin zu bemerken, wie wichtig es ist, Exemplare mit noch erhaltener Kohlensubstanz untersuchen zu können. Wenn nur Abdrücke von *N. pterophylloides* vorgekommen wären, so wären die Abdrücke der Rinnen sicherlich für die Abdrücke der Nerven genommen worden, was ja tatsächlich auch geschehen ist. Dies ist eine neue Mahnung zur Vorsicht, andere Beispiele werden unten folgen.

N. pterophylloides ist in Schweden bei Bjuf und Hyllinge gefunden worden, wo sie in der Zone mit *Camptopteris spiralis* (unterem Rhät), und zwar im Hangenden des unteren Kohlenflözes, vorkommt. FONTAINE gibt die Art von den Juraschichten

des Douglas County, Oregon an (35); bemerkt aber, dass die amerikanischen Exemplare nicht vollständig mit den schwedischen übereinstimmen. Nach den vorliegenden Materialien der ersteren ist es schwer zu entscheiden, ob eine Identität vorhanden ist, es scheint sich jedenfalls um eine nahe verwandte Form zu handeln. Wie FONTAINE bemerkt, dürfte auch YOKOYAMAS *Dioonites Kotoei* (36) eine verwandte Art sein.

Besonderes Interesse knüpft sich an das fertile Exemplar der *Nilssonia pterophylloides*, die auf unserer Taf. 6, Fig. 1 und 2 abgebildet ist. Fig. 1 ist dieselbe Abbildung, die ich schon in meinem Aufsatz über einige mesozoische Cycadophyten (34) mitgeteilt habe. Die Blätter waren offenbar an der Spitze eines Stengels oder Zweiges büschelförmig gestellt, und innerhalb des auf solche Weise gebildeten Bechers kommen die Blütenreste zum Vorschein. Fig. 2 gibt den linken Teil des Exemplares Fig. 1 mit dem Aussehen wieder, das es vor der vollständigen Blosslegung der Blütenteile hatte. Es ist klar, dass die drei Blätter nahe an einander am Stengel angeheftet waren, und auch auf der anderen Seite der Steinplatte kommen Blattreste vor, die die gleiche Stellung einnehmen. Es ist merkwürdig, dass keine Reste von einer Blütenachse zu sehen sind. Diesen Umstand, der mir anfänglich schwer zu erklären schien, deute ich jetzt in der Weise, dass die Blütenreste nicht ihre ursprüngliche Stellung behaupten, sondern dass sie in den von den Blättern gebildeten Trichter herabgefallen und dort liegen geblieben sind. Da sie viel Harz enthalten, ist es sogar möglich, dass sie durch dasselbe angeklebt wurden.

Die Blütenreste bilden eiförmige Körper, die eine Sammlung von rundlichen Körnern einschliessen (Taf. 6, Fig. 8), und ich deutete sie daher in meinem erwähnten Aufsatz (34) als eine Art Antherenbehälter (»Antherangium») »dem 'Sporokarp' der *Hydropterides* entsprechend, in dessen Innerem die Pollensäcke ganz so, wie bei diesem die Sporangien, gestellt waren». Im Zusammenhang damit schlug ich für ähnliche Bildungen, die isoliert vorkamen, die Bezeichnung *Antherangiopsis* vor.

Die betreffenden Bildungen von *Nilssonia pterophylloides* (*Dioonites spectabilis*) von Bjuf schienen mir damals nicht zur Herstellung mikroskopischer Präparate geeignet, weshalb ich meine Deutung nur auf das äussere Aussehen derselben gründen konnte. Zwei Jahre später bekam ich aber aus der Tonschicht im Hörsandstein einige Exemplare, die für eine solche Herstellung besser geeignet waren, und Versuche, die ich mit denselben anstellte, fielen sehr günstig aus. Ich habe seit dieser Zeit mehrere Exemplare von Hör untersucht, und es ist mir auch gelungen, mikroskopische Präparate von isolierten Exemplaren von Pålsjö und endlich auch vom Originalexemplar selbst von Bjuf anzufertigen.

Diese Untersuchungen haben mich überzeugt, dass meine Deutung der betreffenden Organe als »Antherenbehälter» unrichtig war und dass es sich überhaupt nicht um männliche, sondern um weibliche Organe, d. h. Samen, handelt.

Alle von mir hergestellten Präparate haben nämlich dasselbe Resultat egeben: die Bildungen innerhalb der äusseren Membrane, die die rundlichen Erhöhungen an derselben verursacht haben, sind Harzkörner von etwas variierender Grösse. Von Pollensäcken ist keine Spur beobachtet worden, und ebensowenig kommen Pollenkörner vor. Wenn man ein vollständiges Exemplar der betreffenden Objekte mit Eau

de Javelle oder mit chlorsaurem Kali und Salpetersäure behandelt, so treten zwei verschiedene Membranen hervor. Zu äusserst ein elastisches ziemlich dickes Häutchen, an welchem oftmals die Eindrücke der Harzkörner noch zu sehen sind (Taf. 7, Fig. 8, 9). Dieses Häutchen wird aus dickwandigen Zellen gebaut, die durch dünne Querwände geteilt sind (Taf. 7, Fig. 10, $^{110}/_1$), als ob sie sich soeben in lebhafter Teilung befänden. Nur ausnahmsweise habe ich an diesem Gewebe einzelne Spaltöffnungen beobachtet und nur einmal zwei neben einander (Taf. 7, Fig. 6). Unmittelbar innerhalb dieses Häutchens liegen die Harzkörner, die vollständig strukturlos und meistens undurchsichtig (Taf. 7, Fig. 20, $^{50}/_1$) oder an den Kanten durchscheinend sind. Das Exemplar Taf. 7, Fig. 7 ($^{35}/_1$), das ein junges Stadium darstellt, und dessen Zellen der äusseren Membrane etwas kleiner als gewöhnlich sind, bildet insofern eine Ausnahme von den übrigen als einige Harzkörner beinahe vollständig durchscheinen, was wohl daher kommt, dass sie nicht zu voller Ausbildung gelangt waren. Am Exemplar Fig. 20 sind auch einige der Zellen der äusseren Membrane anscheinend mit Harz gefüllt.

Die Harzkörner waren wahrscheinlich in ein fleischiges oder schwammiges Gewebe eingebettet, denn Reste eines solchen Gewebes kommen zuweilen in Verbindung mit denselben vor (Taf. 7, Fig. 12, $^{90}/_1$). Innerhalb der Schicht mit den Harzkörnern kommt die zweite, sehr dünne und durchsichtige Membrane, die auf Grund ihrer Durchsichtigkeit meistens als ein ganz strukturloses Häutchen erscheint. Taf. 7, Fig. 11 gibt einen Teil eines solchen Häutchens wieder ($^{15}/_1$); die dunkle Partie in der Mitte rührt von vier Harzkörnern her, an die übrigens noch eine Partie der äusseren Membrane angeheftet ist. Das dünne Häutchen ist etwas zusammengeschrumpft oder zeigt hie und da einige Falten und ist anscheinend ganz strukturlos; bei wechselnder Beleuchtung sieht man aber die Konturen von sehr dünnwandigen langgestreckten Zellen. An dem betreffenden Exemplar finden sich auch, an der dünnen Membrane haftend, einige sehr kleine kreisförmige Körner, deren Durchmesser etwa 50—75 μ beträgt, die jedoch ganz strukturlos und ohne scharfen Umriss sind, weshalb ich sie nur als zufällige Bildungen betrachten kann. Beiläufig sei hier bemerkt, dass die Exemplare, die in der Tonschicht des Hörsandsteins vorkommen, einzelne Pollenkörner und Sporen verschiedener Art enthalten können, die mit dem Tonschlamm eingeschwemmt sind. Obschon ich Exemplare von dieser Tonschicht vollständig isolieren konnte (Taf. 6, Fig. 15, 16; dasselbe Exemplar von beiden Seiten gesehen), habe ich niemals weder an solchen Exemplaren noch an den Originalexemplaren von Bjuf eine Andeutung des Mikropyls oder Hilums beobachtet. Ganz zufällig trat aber an einem Präparat des Originalexemplars eine Partie hervor (Taf. 7, Fig. 16, $^{50}/_1$), die wie die Umgebung des Mikropyls aussieht, und an der Innenseite dieser haftete noch eine Partie des inneren dünnen Häutchens (Taf. 7, Fig. 17, $^{50}/_1$), die vollständig dem kalottenförmigen Scheitel eines Nucellus gleicht. Am Präparat Fig. 13 derselben Tafel ist eine kleine Partie des dünnen Häutchens in der Spalte der äusseren Membrane zu sehen.

Ich kann nach allem diesem nicht umhin, das dünne Häutchen mit dem papierdünnen Rest des Nucellus, das innerhalb der Hartschicht eines *Cycas-* oder *Ginkgo-*

Samens zu finden ist, zu vergleichen, während die äussere Membrane unseres Fossils mit der Epidermis des fleischigen Teils eines solchen Samens korrespondieren dürfte. Wenn man einen *Ginkgo*-Samen mit chlorsaurem Kali und Salpetersäure behandelt, so sind diese Membranen die einzigen, die nach fortgesetzter Behandlung übrig bleiben. Und die Zellen derselben sind den Zellen der entsprechenden Membranen des Fossils sehr ähnlich. Eine weitere Stütze für die Richtigkeit dieser Deutung finde ich beim Vergleich mit den Samen von *Stachyotaxus elegans* NATH. Bei der Behandlung der verkohlten Samen dieser Art mit den erwähnten Reagentien kommen zwei ganz entsprechende Membranen zu Gesicht und zwar die kräftig entwickelte Kutikula des Integuments sowie ein dünnes Häutchen vom Inneren des Samens, das ich als Rest des Nucellus aufgefasst habe. Wenn man einerseits die Figuren 10 und 11 auf der Tafel 3 meiner Arbeit über *Palissya* und *Stachyotaxus* (37) mit unseren Fig. 13 und 16 auf Taf. 7, sowie andererseits die Fig. 12 der erwähnten Arbeit mit unserer Fig. 11 vergleicht, so wird man kaum bezweifeln können, dass es sich um entsprechende Bildungen handeln muss. Und auch auf diese Weise gelangen wir also zu demselben Schluss, dass nämlich die Bildungen, die ich früher als Antherenbehälter deutete, die Samen von *Nilssonia* sind.

Diese Samen müssen zu äusserst eine dicke und harzreiche — auch die Blätter sind ja wie oben erwähnt reich an Harz — Fleischschicht, etwa wie bei *Ginkgo* gehabt haben, während eine Hartschicht entweder fehlte oder nur wenig entwickelt war. Denn wenn eine kräftige Hartschicht wie bei *Ginkgo* oder *Cycas* vorhanden gewesen wäre, dann hätten die Samen unmöglich so flachgedrückt vorkommen können wie sie tatsächlich vorliegen. Die Hartschicht muss daher vermutlich durch eine weiche oder dünnere Schicht ersetzt gewesen sein.

Während die Samen von *Nilssonia pterophylloides* eiförmig waren (Taf. 6, Fig. 1, 8), waren dagegen die Samen von *N. brevis* (Taf. 6, Fig. 14—16) und *N. polymorpha* kugelförmig und dürften schwer von einander zu trennen sein. Es ist zu bemerken, dass ihre Zugehörigkeit zu den beiden letzten Arten nicht bewiesen werden kann; nachdem man aber den Bau der Samen von *N. pterophylloides* kennt, ist ja anzunehmen, dass auch die anderen Arten ungefähr ähnliche Samen gehabt haben. Und dann ist es ja so gut wie sicher, dass solche, die bei Pålsjö recht häufig mit *N. polymorpha* zusammen vorkommen, zu dieser Art gehören, während diejenigen, die in der Tonschicht des Hörsandsteins mit *N. brevis* zusammen auftreten, wohl als die Samen derselben aufzufassen sind.

Wie die weibliche Blüte resp. die Frucht gebaut war, wissen wir noch nicht. Ich halte es aber nicht für unmöglich, dass *Stenorrachis scanicus* NATH. (34), der ursprünglich von Pålsjö beschrieben wurde und der mit einer ähnlichen Form bei Hör sowohl im Mühlstein wie in der Tonschicht recht häufig vorkommt, die weibliche Blüte von *Nilssonia* sein kann.

Nilssonia Münsteri Presl. sp.

Taf. 6, Fig. 26—28.

1838. *Zamites Münsteri* Presl apud Sternberg, Flora der Vorwelt (7), 2, S. 199, Taf. 43, Fig. 1, 3.
1844. *Pterophyllum Münsteri* Göppert, Über die fossilen Cykadeen (10), S. 135.
1867. » » Schenk, Flora der Grenzschichten (13), S. 167, Taf. 39, Fig. 1—3.
1872. *Pterozamites Münsteri* Schimper, Traité de pal. vég. (14), Vol. 2, p. 145.
1880. *Nilssonia Münsteri* Schimper, Palaeophytologie (17), S. 226.
1881. » » Nathorst, Berättelse om en resa till Schweiz och Tyskland (28), S. 81.
1894. *Nilssonia (Pterozamites) Münsteri* Bartholin, Nogle i den Bornholmske Juraformation forekommende Planteforsteninger (29), 2, S. 25 (91), Taf. 1 (9), Fig. 13; Taf. 2 (10), Fig. 1, 2.
1899. *Nilssonia Münsteri* Hjorth, Vellengsbyleret (30), S. 79.
1903. » » Möller, Bornholms fossila flora, 2, Gymnospermer (31), S. 22, Taf. 2, Fig. 20—23. (Hier ausführliche Literatur).

Wie ich schon 1881 ausführlich motiviert habe, ist diese Art eine unzweifelhafte *Nilssonia*, und es ist schwer einzusehen, wie Schenk (13) und Schimper (14), obschon beide die Übereinstimmung mit *Nilssonia* hervorheben, die Pflanze dessenungeachtet zu anderen Gattungen bringen konnten. In seiner Paläophytologie (17) führte doch Schimper 1880 die Art unter *Nilssonia* auf, während Schenk dieselbe noch 1887 (27) *Pterophyllum Münsteri* nannte; Krasser hat 1891 (38) dagegen eingewendet, dass die Art »besser als *Nilssonia Münsteri* Göpp. [soll Presl heissen] sp. zu bezeichnen ist».

»Blätter gestielt, gefiedert, Segmente alternierend, abstehend, ganzrandig, durch einen schmalen Zwischenraum getrennt, stumpf, gerade oder etwas sichelförmig gekrümmt, gegen die Spitze und Basis allmählich an Grösse abnehmend länglich linear oder länglich lanzettlich, die untersten verkürzt, eiförmig, stumpf; Nerven unter rechtem Winkel austretend, gleichstark, parallel, einfach» (Schenk, 13).

Zu dieser Diagnose Schenks kann hinzugefügt werden, dass die Blattspreite auf der Oberseite der verhältnismässig schmalen Spindel angeheftet ist, und dass die Nerven, die aus der haarfeinen Furche heraustreten, sich etwas biegen müssen, bevor sie eine rechtwinkelige Stellung zur Spindel einnehmen (Taf. 6, Fig. 27).

Diese Art ist bisher in Schweden nur mit wenigen Exemplaren in der Grube von Stabbarp (Rhät, die »Zone mit *Thaumatopteris Schenkii*») gefunden worden. An einigen derselben ist die Kohlensubstanz noch erhalten, und hier sieht man, wie die Leisten, die mit den Nerven in Verbindung stehen müssen, an der Oberseite des Blattes eine haarfeine Furche aufzuweisen haben (Fig. 27), während eine solche an den entsprechenden Leisten der Unterseite nicht zu sehen ist. Es ist also möglich, dass die wirklichen Nerven in die Leisten eingebettet liegen können, falls nicht die Furche lediglich von der Beschaffenheit des Leitbündels herrührt. Ich habe leider keine mikroskopische Präparate dieser Art bekommen.

Vorkommen. Ausserhalb Schwedens ist *N. Münsteri* von Bornholm und Franken bekannt und wird ausserdem von Schenk und Krasser von der Albourskette angegeben.

Nilssonia fallax n. sp.

1880. »*Anomozamites*-likt blad, men med oförgrenade nerver» (»*Anomozamites*-ähnliches Blatt, jedoch mit einfachen Nerven») NATHORST, De växtförande lagren i Skånes kolförande bildningar (39).
1894. *Anomozamites* NATHORST, Sveriges geologi (20), S. 183.

Diese Art wurde von mir 1876 in der pflanzenführenden Schicht bei Kurremölla in SO. Schonen entdeckt, wurde aber damals nur in sehr fragmentarischen Exemplaren gefunden. Aus der später durch Einsammlung von den Herren A. F. CARLSON und besonders Professor J. C. MOBERG erhaltenen besseren Exemplaren hat sich herausgestellt, dass es sich um eine kleine *Nilssonia* handelt, die gewissermassen als ein Vorläufer zu *N. schaumburgensis* DUNKER sp. des Wealden angesehen werden kann. Da die Pflanzenfossilien der betreffenden Ablagerung von Dr HJ. MÖLLER werden beschrieben werden, kann ich mich hier auf die Mitteilung beschränken, dass diese Art die jüngste der schwedischen Nilssonien ist.

Nilssonia pumila n. sp.

Taf. 1, Fig. 1.

Ein kleines etwa 30 Millimeter langes, 4 Millimeter breites Blatt, das nur mit dem vorliegenden Exemplar im Hörsandstein gefunden wurde. Die Spindel ist verhältnismässig stark, und die Seitenfurchen dürften eher als Abdrücke von den Leisten der Blattunterseite als von wirklichen Nerven aufzufassen sein. Der Blattrand ist etwas umgebogen.

Obschon ich es nicht für ausgeschlossen halte, dass dies Exemplar ein junges Blatt von *N. brevis* sein kann, dürfte es doch, da die Zugehörigheit zu dieser nicht bewiesen werden kann, am richtigsten sein, es bis auf weiteres als eigene Art aufzuführen.

HEER hat in seinen Beiträgen zur Jura-Flora Ostsibiriens und des Amurlandes (40) ein kleines Blatt von ähnlicher Breite als *Taeniopteris parvula* beschrieben. Ich habe dies Exemplar in Petersburg untersucht und dabei konstatieren können, dass es »in Wirklichkeit ein *Taxites*-Blatt [besser *Pityophyllum*] ist», und dass die scheinbaren Seitennerven nur Querrunzeln sind, »wie sie an fossilen *Taxites*-Blättern recht häufig vorkommen» (41). FONTAINE scheint diese Mitteilung übersehen zu haben, denn er beschreibt (35) eine schmalblättrige *Nilssonia* als *N. parvula* (HEER) FONTAINE. Wenn aber FONTAINES Pflanze eine wirkliche *Nilssonia* ist, so hat sie selbstredend mit »*Taeniopteris parvula*», die einer Conifere angehört, nichts zu tun.

Einige als Nilssonien beschriebene Pflanzen, die nicht zu dieser Gattung gehören.

Als ich 1879 England besuchte, um die Jura-Flora dieses Landes sowohl in den Museen wie an einigen Fundstätten zu studieren, fand ich am Cloughton Wyke nördlich von Scarborough an der Yorkshire-Küste mehrere Exemplare von einer

Pflanze, die ich — allerdings mit einigem Bedenken — als eine neue *Nilssonia*-Art auffasste. Ich erwähne dieselbe in meinem Reisebericht (42) als eine »an die ganzrandigen Formen von *N. polymorpha* erinnernde Art, die sich durch sehr feine und dicht gedrängte Nerven auszeichnet». Ich sah später Exemplare derselben Pflanze sowohl in Cambridge wie im British Museum in London. Der ganze Habitus derselben sprach für die Zugehörigkeit zur *Nilssonia*, während ich weder über die wirkliche Anheftung der Blattspreite auf der Spindel noch über die Nervatur zu voller Klarheit gelangen konnte. Ich glaubte an einigen Exemplaren nur einfache, an anderen Exemplaren dagegen auch gabelige Nerven gesehen zu haben, was aber auf Grund der Zartheit der Nerven schwer zu konstatieren war. Ich schlug in meinem Reisebericht den Namen *Nilssonia tenuinervis* für diese Pflanze vor, habe aber wahrscheinlich in einem Briefe an HEER die Benennung *N. taeniopterides* benutzt, unter welchem Namen die Pflanze von HEER (43) erwähnt wird.

SEWARD führt die Art in seiner Jura-Flora der Yorkshire-Küste auf (44) und bildet ein fragmentarisches Exemplar derselben ab (S. 230, Text-fig. 41). Die Diagnose lautet folgendermassen: »Frond linear; the lamina entire, characterized by the numerous fine veins given off almost at right angles from the axis.»

Ich habe nun die von mir von Cloughton Wyke mitgebrachten Exemplare einer erneuten Untersuchung unterzogen und bin dabei zu dem Resultat gelangt, dass dieselben nicht zu *Nilssonia* gehören, wenngleich die ganze Tracht sehr *Nilssonia*-ähnlich ist (Taf. 6, Fig. 23, 24). Die Blätter sind ganzrandig, zuweilen aber mit einer Andeutung von Einschnitten, und an der Oberseite des Blattes über der Spindel verläuft ganz wie bei *Nilssonia* eine Längsfurche, in welcher die Nerven der beiden Blatthälften einander sehr nahe kommen, möglicherweise ebenso nahe wie bei *Nilssonia*. Die Spindel ist an der Unterseite weniger hervortretend als bei dieser. Einige Nerven sind allerdings einfach, andere dagegen gegabelt (Taf. 6, Fig. 25) und die Gabelungen kommen so häufig vor, dass sie nicht als Ausnahmen betrachtet werden können. Schon hier liegt also ein Unterschied von *Nilssonia* vor, entscheidend scheint mir aber der ganz abweichende Bau der Kutikula. Diese hat nämlich gar keine Ähnlichkeit mit der Kutikula der echten Nilssonien, sondern zeigt einen vollständigen Farnhabitus, d. h. Zellen mit schlängeligen Wandungen und an der Unterseite zerstreute Spaltöffnungen (Taf. 7, Fig. 21, $^{100}/_{1}$). Die Wandungen der Zellen der Oberseite sind noch schlängeliger und hier fehlen Spaltöffnungen gänzlich.

Wenn es also keinem Zweifel unterliegt, dass die von mir hier beschriebene Pflanze, trotz ihres ausgeprägten *Nilssonia*-habitus, keine *Nilssonia* ist, so ist es wohl möglich, dass eine *Nilssonia* mit ähnlicher Tracht auch in den betreffenden Ablagerungen vorkommen kann, obschon beide mit einander verwechselt wurden. Wenn man bedenkt, wie viele rezente Farne einen ähnlichen Umriss des Blattes besitzen und dass ein solcher auch bei fossilen Cycadophyten zu finden ist, wird es leicht verständlich, dass ein Zusammenvorkommen mehrerer solcher Blatttypen leicht eine Verwechselung herbeiführen kann.

Die von mir bei Cloughton Wyke gefundene Pflanze dürfte am zweckmässig-

sten als *Nilssoniopteris tenuinervis* zu bezeichnen sein, um gleichzeitig die *Nilssonia*-ähnliche Tracht derselben und ihre Verschiedenheit von *Taeniopteris* hervorzuheben.

In einem jüngst erschienenen Aufsatz (45) hat Herr H. SALFELD drei Nilssonien von Südwestdeutschland beschrieben, von welchen zwei nicht zu dieser Gattung gehören, während die dritte, die mit *Nilssonia polymorpha* verglichen wird, zu unvollständig ist um eine sichere Gattungsbestimmung zulassen zu können. Eine Art wird als *Nilssonia propinqua* GÖPPERT aufgeführt und für mit GÖPPERTS (10) *Pterophyllum propinquum* identisch angesehen. Da, wie der Autor selbst hervorhebt, »die Fiedern in zwei seitlichen Rinnen stehen», ist ja die Zugehörigkeit zu *Nilssonia* schon von vornherein ausgeschlossen, und auch die Vergleichung mit *Pterophyllum propinquum* scheint mir misslungen. Die andere Art wird als »*Nilssonia* (*Anomozamites*) sp. cf. *gracilis* NATHORST» bezeichnet. Wenn die Angabe des Autors, dass »die zierlichen Fiedern seitlich» an der Rachis angeheftet sind, richtig ist, so kann es sich auch hier um keine *Nilssonia* handeln, und die Vergleichung mit *Anomozamites gracilis* ist sehr unsicher. Die Angabe des Autors, dass er *Anomozamites* zu *Nilssonia* rechnet, muss einen jeden befremden, der den gänzlich abweichenden Bau der Blätter der beiden Gattungen kennt.

Die systematische Stellung von Nilssonia nebst einer kurzen Übersicht über das geologische Auftreten der wichtigsten Arten derselben.

Wenn man die Frage von der systematischen Stellung *Nilssonias* aufstellt, muss eingeräumt werden, dass die Antwort nicht leicht zu geben ist, ja mit den vorliegenden Materialien kann es sich eigentlich nur um Vermutungen handeln. Dass *Nilssonia* den Cycadophyten zugerechnet werden muss, ist ja das wahrscheinlichste, obschon entscheidende Beweise dafür fehlen. Es könnte sich ebensogut um eine Klasse zwischen den Cycadophyten und Ginkgophyten (*Ginkgoales*) handeln. Wenn wir aber annehmen, dass die Gattung zu den Cycadophyten gehört, so wird die erste Frage sein, ob sie unter *Bennettitales* oder unter *Cycadales* einzureihen ist. Da wir die Blüten nicht kennen, so kann keine sichere Antwort gegeben werden; die Art, in der die Samen vorkommen, spricht aber nicht für eine Zugehörigkeit zu den *Bennettitales*. Damit ist aber nicht gesagt, dass die Gattung den *Cycadales* angehören muss, denn es kann sich ebenso gut, ja wahrscheinlicher um einen Vertreter einer ausgestorbenen Klasse handeln, was erst in Zukunft entschieden werden kann. Vorläufig sehe ich *Nilssonia* als einen Cycadophyten an, dessen nähere Stellung noch zu ermitteln ist.

Wenn wir die für die Gattung charakteristischen Merkmale der Blätter angeben wollen, so ist es klar, dass weder die Falten noch die Rillen und Streifen des Blattgewebes als Gattungsmerkmale dienen können, denn solche kommen nur bei einigen Arten vor. Dagegen kehrt die Anheftung der Blattspreite auf der Oberseite der Spindel, die geradlinige Mittelfurche, die die beiden Spreitenhälften von einander trennt, sowie die einfachen Nerven bei allen Arten wieder, und diese sind also die für die Gattung kennzeichnenden Charaktere. Dass diese »Gattung» aber in Wirk-

lichkeit eher einer Familie als einer Gattung in der Bedeutung dieses Begriffes bei rezenten Pflanzen enstsprechen dürfte, ist nicht nur möglich, sondern sogar wahrscheinlich, und in Anbetracht des verschiedenartigen Blattbaues bei den hier beschriebenen Arten, könnte man geneigt sein, dieselben unter beinahe eben so vielen Untergattungen (d. h. vielleicht wahren Gattungen) aufzuführen, was aber bei dem jetzigen Standpunkt der Paläobotanik nicht opportun sein dürfte.[1]

Die Samen zeichnen sich durch die fleischige, an Harzbehältern überaus reiche Aussenschicht sowie durch das Fehlen oder die minimale Entwickelung einer Hartschicht aus. Da aber die Samen nur von drei Arten bekannt sind, ist es unsicher, ob sämtliche Charaktere auch bei den übrigen Arten wiederkehren.

Ich habe oben die Vermutung ausgesprochen, dass *Stenorrachis scanicus* vielleicht die Blüte von *Nilssonia brevis* oder *N. polymorpha* darstellt. Wenn dies richtig ist, könnte man ferner vermuten, dass *Beania* (44) die reife Frucht von *Nilssonia* wäre. Ich habe schon bei der Beschreibung von *Beania Carruthersi* (34) hervorgehoben, dass die von den Sporophyllen getragenen kugeligen Organe aus sehr kleinen kugeligen harzähnlichen Körperchen aufgebaut zu sein scheinen. Sie bieten also eine gewisse Ähnlichkeit mit den Samen von *Nilssonia* dar.

Was den Stamm der *Nilssonia* betrifft, so wissen mir ebenfalls nichts darüber. Es ist sehr zu bedauern, dass weder das Exemplar von *N. brevis* auf Taf. 4 noch das von *N. pterophylloides* auf Taf. 6, Fig. 1 in dieser Hinsicht Aufschlüsse gewährt. Solche Exemplare lassen jedoch vermuten, dass die Sache sich einmal aufklären wird. Ich halte es für wenig wahrscheinlich, dass *Nilssonia* knollenförmige oder zylindrische, ungeteilte Stämme gehabt hat, vielmehr könnte man vermuten, dass die Stämme wiederholt gegabelt waren, wie die von mir beschriebene *Bucklandia Saportana* von Bjuf (26, S. 78, 124, Taf. 18, Fig. 5); auch bei Hör kommt eine ähnliche Form vor. Dies ist ja nur eine Vermutung, deren Richtigkeit oder Unrichtigkeit zu entscheiden der Zukunft vorbehalten bleiben muss.

Das geologische Auftreten der Gattung *Nilssonia* ist insofern von Interesse als es sich vom Trias bis zum Tertiär erstreckt. *N. polymorpha* und *pterophylloides* kommen schon in den ältesten rhätischen Schichten vor, obschon jene erst im oberen Rhät ihre volle Entwickelung erreicht und sich bis zum unteren Lias erstreckt. Andere rhätische Arten sind *N. Münsteri* und *N. acuminata*, betreffs welcher es noch ungewiss ist, ob sie als von einander getrennte Arten aufzufassen sind. *Nilssonia brevis* kommt schon im oberen Rhät vor, erreicht aber ihre Hauptentwickelung im unteren Lias. Eine andere Lias-Art ist die oben (S. 27) erwähnte *N. fallax*, die als Vorläufer zu *N. schaumburgensis* des Wealden anzusehen ist. Im Oolith Englands begegnet uns *Nilssonia compta*, die wohl als ein Nachkomme von *N. polymorpha* aufzufassen ist, und mit ihr zusammen kommt auch *N. mediana* LECKENBY sp. vor.[2]

[1] Unter den von ZEILLER (57) beschriebenen *Taeniopteris*-Arten von Tonkin sind zwei — *T. spatulata* MAC CLELLAND und *T. nilssonioides* ZEILLER — durch die regelmässige Faltung der Blattlamina gekennzeichnet, während *T. Leclerci* ZEILLER von China regelmässige Querrinnen auf der Blattoberseite aufzuweisen hat. Hier tritt uns also ein mit dem der *Nilssonia* in gewissem Sinne analoger Bau entgegen, der wohl dem nämlichen uns noch unbekannten biologischen Zweck gedient haben dürfte

[2] Es ist nicht FOX-STRANGWAYS, der diese Art 1892 zuerst zu *Nilssonia* brachte. Dies geschah schon 1878 von mir in der deutschen Ausgabe meiner Pålsjö-Flora (16, S. 20).

Ob *N. tenuicaulis* Phill. sp., wie Seward meint, nur eine Varietät von *N. mediana* ist, scheint mir ungewiss. Wenigstens bekam ich in England 1879 die Auffassung, dass es sich um zwei verschiedene Arten handelte; bei der Variabilität der Arten dieser Gattung ist es jedoch möglich, dass ich mich in dieser Hinsicht geirrt habe.

Während der Jura-Zeit scheint die Gattung übrigens sehr verbreitet gewesen zu sein, obschon viele Angaben über das Vorkommen derselben sich auf ziemlich unsichere Reste gründen. Heer führt eine *Nilssonia argoviensis* aus den Liasschichten von Schambelen in der Schweiz auf (46), allerdings nur mit kleinen Bruchstücken vorliegend, und er beschreibt *N. orientalis* und *N. comptula* aus den Juraschichten Sibiriens (47), während ich selbst (48) das Vorkommen der Gattung auf Spitzbergen angegeben habe. Yabe hat *N. orientalis* Hr. aus Korea beschrieben (49), Yokoyama gibt dieselbe Art aus Japan an und fügt noch andere Arten aus demselben Lande hinzu (36, 50), während Schenk (51) *N. compta* aus China nnd Seward (58) dieselbe Art aus Kaukasus aufführt. In Nordamerika begegnen uns die von Fontaine, Wieland und Ward beschriebenen Arten (35). Dass Schenk und Krasser *Nilssonia* aus Persien angeführt haben, ist oben schon erwähnt. Alle diese aussereuropäischen Funde haben eigentlich nichts zur Kenntnis von dem Bau der Gattung beigetragen; das Hauptinteresse knüpft sich an die Erkenntnis ihrer weiten Verbreitung.

Die von Dunker und Schenk von der Norddeutschen Wealdenformation angegebene *Pterophyllum schaumburgense* wurde von mir schon 1881 (28, S. 82) als eine *Nilssonia* erkannt und 1889 aus Japan beschrieben (52). Sie ist seither auch von Yokoyama (53) von dort angegeben, während die amerikanischen Autoren ihr Vorkommen auch in Nordamerika behaupten.

Von den cenomanen Schichten Grönlands führt Heer die an *N. orientalis* sich anschliessende *N. Johnstrupi* an, die später von Yokoyama (53) aus Japan beschrieben wurde. Auch in den Kreideschichten Europas ist die Gattung durch Velenovskys *N. bohemica* (54) vertreten.

In wie weit obige Angaben über das Vorkommen der Nilssonien auf sicheren Bestimmungen fussen, lässt sich selbstredend nicht für jeden einzelnen Fall entscheiden.[1] Nach den Abbildungen zu urteilen, dürften sie jedoch als im grossen ganzen richtig anzusehen sein.

Es ist nicht meine Absicht gewesen, in obiger Darstellung eine erschöpfende Übersicht über das geologische und geographische Auftreten von *Nilssonia* zu geben. Dieselbe soll vielmehr nur den Beweis für das Fortleben der Gattung durch die ganze mesozoische Zeitperiode liefern. Dadurch wird ihr Vorkommen in den miocenen Ablagerungen Sachalins, von wo Heer seine interessante *Nilssonia serotina* beschrieben hat (55), nicht so überraschend. Diese Art, die grosse Ähnlichkeit mit rhätischen und Jura-Arten darbietet, kommt dort mit *Sequoia Langsdorfii, Taxodium distichum miocenum, Ginkgo adiantoides, Populus arctica* und Blättern von Buchen, Hainbuchen,

[1] Yokoyamas *Nilssonia pterophylloides* (53) ist ganz sicher keine *Nilssonia*, sondern eher ein *Ptilophyllum*, mit *Pt. pecten* verwandt. Fontaines (35) *N. californica*, die Ward als mit Yokoyamas Art identisch ansieht, hat offenbar nichts damit zu tun, sondern kann eine wirkliche *Nilssonia* sein. Wards *N. Stantoni* ist eine sehr dubiöse Spezies, deren Zugehörigkeit zu *Nilssonia* noch zweifelhaft ist.

Birken, Eichen, Erlen, Haseln, Ahornen, Linden, Ulmen, Magnolien u. s. w. zusammen vor, also unter ganz anderen Verhältnissen als die mesozoischen Nilssonien. Als HEER die Flora von Sachalin beschrieb, waren noch keine Nilssonien aus den Kreideschichten bekannt, er sprach aber die Meinung aus, dass die Gattung auch in diesen zu finden sein dürfte. »Wahrscheinlich», sagt er, »wird man aber dieselbe später auch noch in den dazwischen liegenden Formationen finden und wird sich zeigen, dass sie zu den Gattungen gehört, welche im Raet beginnen und bis ins Miocen hinaufreichen. Sie würde dann sich ähnlich verhalten wie *Ginkgo*, welche Gattung wir vom Raet durch den Jura und die Kreide in einer ganzen Reihe von Arten bis ins Tertiär verfolgen können. *Nilssonia* weicht freilich dadurch ab, dass sie im Miocen verschwindet, während *Ginkgo* in einer Art noch lebend in Japan und China getroffen wird, und dass die miocene Art von Sachalin (*Ginkgo adiantoides* UNG.) dieser lebenden so nahe steht, dass sie schwer von derselben zu unterscheiden ist.»

Die Fundstätte, wo *Nilssonia serotina* auf der Insel Sachalin entdeckt wurde, liegt bei Mgratsch, einige Minuten nördlich vom 51 ° n. Br., an der Westseite der Insel. Die Zusammansetzung der Flora deutet nach HEER auf ein etwas wärmeres Klima als wir es gegenwärtig auf Sachalin haben, immerhin, aber, »gehört die Mehrzahl der Arten zu Gattungen der gemässigten Zone». Die Möglichkeit ist vielleicht nicht ganz ausgeschlossen, dass *Nilssonia* noch lebend in China vorkommen kann, wo ja während der letzten Jahre so viele interessante botanische Funde gemacht worden sind.

Es ist sonderbar, dass neben *N. serotina* auch eine andere Art an derselben Lokalität gefunden wurde. Diese, *N. pygmaea* HEER, zeichnet sich durch die auffallende Kleinheit des Blattes, das nur 3 Millimeter breit ist, aus. Sie steht also in ähnlichem Verhältnis zur *N. serotina*, wie *N. pumila* zur *N. brevis* von Hör. Dies deutet möglicherweise darauf hin, dass die kleinen Blätter nur die untersten Blätter eines Sprösschens sind, das höher hinauf grössere Blätter getragen hat.

Nachtrag. Nachdem die vorliegende Abhandlung bereits grösstenteils gedruckt war, erhielt ich (am 26/4 1909) von Herrn H. SALFELD in Göttingen einen Aufsatz (59), in welchem auch die *Nilssonia*-Reste von den liassischen Sandsteinen von Koburg, Halberstadt und Quedlinburg besprochen werden. Herrn SALFELDS Meinung, dass diese sämtlichen Reste einer einzigen Art angehören, kann ich um so mehr beipflichten, weil ich ja dieselbe Ansicht schon oben (S. 13, 21) ausgesprochen habe. Seine Behauptung aber, »dass alle diese Reste mit *Nilssonia polymorpha* identisch sind», ist dahingegen nicht stichhaltig, denn sie gehören vielmehr zur *N. brevis*. Der schon längst (13, 15) bekannte Umstand, dass die Blätter von *N. polymorpha* auch gefaltet sein können, kann die Frage nicht beeinflussen, denn die Faltung ist ja bei dieser Art, wie übrigens aus Herrn SALFELDS eigenen Abbildungen deutlich zu ersehen ist, von der entsprechenden Erscheinung bei *Nilssonia brevis* ganz verschieden.

Die Meinung desselben Autors, dass nur junge Blätter gefaltet sind, und dass die Faltung »später durch schnelleres Wachstum der Rhachis aufgehoben» wird, ist

ebenfalls unrichtig. Man braucht nur einen Blick auf die von mir hier mitgeteilten Abbildungen von *N. brevis* zu werfen, um sich hiervon zu überzeugen.

Nicht besser verhält es sich mit seiner Behauptung, dass *Nilssonia* »zu den Williamsonien zu zählen ist». Er stützt sich hiebei auf das Vorkommen eines isolierten Blütenrestes, der bei Pålsjö mit *Nilssonia*-Blättern zusammen gefunden wurde. Auch wenn dieser sehr undeutliche und fragmentarische Rest wirklich von einer *Williamsonia*-Blüte stammt — was ich nicht für unmöglich halte, denn solche Blüten kommen auf dieser Lokalität obschon sehr selten vor — ist doch nicht der geringste Beweis für seine Zugehörigkeit zu *Nilssonia* erbracht worden. Der Autor scheint übersehen zu haben, dass auch eine *Anomozamites*-Art in derselben Ablagerung vorkommt, und alles dafür spricht, dass die *Williamsonia*-Blüten eben zu dieser Art — *Anomozamites gracilis* NATH. — gehören.

Während wir die Gattung *Anomozamites* betreffend sicher wissen, dass dieselbe den *Bennettitales* zuzurechnen ist, ist dagegen zu vermuten, dass *Nilssonia* zu einer anderen, ausgestorbenen Klasse der Cycadophyten gehört. Beiläufig sei hier wieder hervorgehoben dass sowohl der äussere wie der mikroskopische Blattbau der beiden erwähnten Gattungen ein durchaus verschiedener ist.

In einem mir noch später (am $^5/_5$ 1909) während des Druckes zugegangenen Aufsatz (60) wird von F. KRASSER dargelegt, dass die Gattung *Nilssonia* auch in den Lunzerschichten (dem mittleren Keuper) vertreten ist, so dass also die rhätischen Arten nicht die ältesten sind.

6. Mai 1909.

Literatur-Liste.

1. SVEN NILSSON, Beskrifning öfver en petrificatförande sandsten vid Hör i Skåne. *Stockholm, Vet.-Ak. Handl.*, 1819.
2. SVEN NILSSON, Om försteningar och aftryck af tropiska trädslag och deras blad, funna i ett sandstenslager i Skåne. *Stockholm, Vet.-Ak. Handl.*, 1820. Förra hälften.
3. SVEN NILSSON, Om försteningar och aftryck af tropiska trädslag, blad, ormbunkar och rörväxter m. m. samt trädkol, funna i ett sandstenslager i Skåne. *Stockholm, Vet.-Ak. Handl.*, 1820. Senare hälften. S. 278, Taf. 4, 5.
4. A. G. NATHORST, Bemerkungen über Clathropteris meniscioides Brongniart und Rhizomopteris cruciata Nathorst. *Stockholm, Vet.-Ak. Handl.*, Bd 41. N:o 2. 1906.
5. AD. BRONGNIART, Observations sur les végétaux fossiles renfermés dans les grès de Hoer en Scanie. *Paris, Ann. d. sc. nat.*, t. 4, p. 200, atlas, pl. 11, 12. 1824 [1825].
6. AD. BRONGNIART, Prodrome d'une histoire des végétaux fossiles. Paris 1828.
7. Graf KASPAR STERNBERG, Versuch einer geognostisch-botanischen Darstellung der Flora der Vorwelt. Prag. 1: 1820—25; 2: 1833—38.
8. AD. BRONGNIART, Tableau des genres de végétaux fossiles. Paris 1849.
9. W. HISINGER, Lethaea suecica. Stockholm 1837. Supplem. secundum, 1840. Supplem. secundi continuatio, 1841.
10. H. R. GÖPPERT, Ueber die fossilen Cykadeen überhaupt, mit Rücksicht auf die in Schlesien vorkommenden Arten. *Breslau, Uebers. d. Arb. u. Veränd. d. schles. Ges. f. vaterl. Kultur im Jahre 1843.* 1844.
11. H. A. C. BERGER, Die Versteinerungen der Fische und Pflanzen im Sandsteine der Coburger Gegend. Coburg 1832.

12. J. LINDLEY & W. HUTTON, The fossil flora of Great Britain. Vol. 1—3. London 1831—37.
13. A. SCHENK, Die fossile Flora der Grenzschichten des Keupers und Lias Frankens. Wiesbaden 1867.
14. W. PH. SCHIMPER, Traité de paléontologie végetale. Vol. 1. Paris 1869.
14 a. Comte G. DE SAPORTA, Plantes jurassiques. T. 2, Cycadées. *Paléontologie française.* 2:e série. Végétaux. Paris 1875.
15. A. G. NATHORST, Bidrag till Sveriges fossila flora [1]. Växter från rätiska formationen vid Pålsjö i Skåne. *Stockholm, Vet.-Ak. Handl.*, Bd. 14, N:o 3. 1876.
16. A. G. NATHORST, Beiträge zur fossilen Flora Schwedens. Über einige rhätische Pflanzen von Pålsjö in Schonen. Stuttgart 1878.
17. W. PH. SCHIMPER, Palaeophytologie. Lief. 2. München & Leipzig 1880. (K. V. ZITTEL, Handbuch der Palaeontologie. 2:te Abteilung.)
18. H. Graf ZU SOLMS-LAUBACH, Einleitung in die Paläophytologie. Leipzig 1887.
19. A. G. NATHORST, Beskrifning till kartbladet Trolleholm. *Stockholm, S. G. U.*, Ser. Aa., N:o 87. 1885.
20. A. G. NATHORST, Sveriges geologi. Stockholm 1894.
21. A. E. TÖRNEBOHM & A. HENNIG, Beskrifning till blad 1 & 2. *Stockholm, S. G. U.*, Ser. A 1, a. 1904.
22. A. G. NATHORST, Till frågan om de skånska dislokationernas ålder. *Stockholm, Geol. För. Förh.*, Bd. 9, 1887.
23. K. A. GRÖNWALL, En ny profil i Hörs sandsten. *Stockholm, Geol. För. Förh.*, Bd 20, 1898.
24. A. G. NATHORST, Paläobotanische Mitteilungen, 4—6. 4. Über die Untersuchung kutinisierter fossiler Pflanzenteile. *Stockholm, Vet.-Ak. Handl.*, Bd 43, N:o 6. 1908.
25. A. G. NATHORST, Bidrag till Sveriges fossila flora. 2. Floran vid Höganäs och Helsingborg. *Stockholm, Vet.-Ak. Handl.*, Bd 16, N:o 7. 1878. (Auch in *S. G. U.*, Ser. C. N:o 29.)
26. A. G. NATHORST, Om floran i Skånes kolförande bildningar. 1. Floran vid Bjuf. *Stockholm, S. G. U.*, Ser. C, N:o 27, 33, 85. 1878—86.
27. A. SCHENK, Fossile Pflanzen aus der Albourskette. *Bibliotheca botanica*, H. 6. Cassel 1887.
28. A. G. NATHORST, Berättelse afgifven till Kgl. Vetenskapsakademien om en . . . vetenskaplig resa till Schweiz och Tyskland. *Stockholm, Vet.-Ak. Öfvers.* Årg. 38. 1881.
29. C. T. BARTHOLIN, Nogle i den Bornholmske Juraformation forekommende Planteforsteninger. *Bot. Tidskr.*, Bd. 18, 19. Kjöbenhavn 1892, 1894.
30. A. HJORTH, Vellengsbyleret og dets Flora. *Kjöbenhavn, Danm. Geol. Und.*, 2. R., N:o 10. 1899.
31. HJ. MÖLLER, Bidrag till Bornholms fossila flora. Gymnospermer. *Stockholm, Vet.-Ak. Handl.*, Bd 36, N:o 6. 1903.
32. E. F. GERMAR apud W. DUNKER, Ueber die in dem Lias bei Halberstadt vorkommenden Versteinerungen. *Palaeontographica*, Cassel, Bd 1, H. 1, 1847.
33. A. G. NATHORST, Om några ginkgoväxter från kolgrufvorna vid Stabbarp i Skåne. *Lund, Univ. Årsskr.*, N. F., Afd. 2, Bd 2, N:o 8. 1906.
34. A. G. NATHORST, Beiträge zur Kenntnis einiger mesozoischen Cycadophyten. *Stockholm, Vet.-Ak. Handl.*, Bd 36, N:o 4. 1902.
35. W. M. FONTAINE, The jurassic flora of Douglas County, Oregon. In L. F. WARD, Status of the mesozoic floras of the United States *U. S. G. S.*, Monograph 48. Washington 1905.
36. M. YOKOYAMA, Jurassic plants from Kaga, Hida and Echizen. *Tokio, Journ. coll. sc. imp. univ. Japan.* Vol. 3. 1889.
37. A. G. NATHORST, Paläobotanische Mitteilungen, 7. Über Palissya, Stachyotaxus und Palaeotaxus. *Stockholm, Vet.-Ak. Handl.*, Bd 43, N:o 8. 1908.
38. F. KRASSER, Über die fossile Flora der rhätischen Schichten Persiens. *Wien, Sitzb. Ak. Wiss.*, Bd 100, 1891.
39. A. G. NATHORST, Om de växtförande lagren i Skånes kolförande bildningar och deras plats i lagerföljden. *Stockholm, Geol. För. Förh.*, Bd 5, 1880.
40. O. HEER, Beiträge zur Juraflora Ostsibiriens und des Amurlandes. *St. Petersburg, Mém. Ac. Sc.*, (7), T. 22, N:o 12. (Auch in *Flora foss. arct.*, Bd 4).
41. A. G. NATHORST, Nachträgliche Bemerkungen über die mesozoische Flora Spitzbergens. *Stockholm. Vet.-Ak. Öfvers.*, Årg. 54. 1897.
42. A. G. NATHORST, Berättelse afgifven till Kgl. Vetenskapsakademien om en . . . vetenskaplig resa till England. *Stockholm, Vet.-Ak. Öfvers.* Årg. 37. 1880.
43. O. HEER, Nachträge zur Jura-Flora Sibiriens. *St. Petersburg, Mém. Ac. Sc.* (7), T. 27, N:o 10. 1880. (Auch in *Flora foss. arct.*, Bd 6: 1).
44. A. C. SEWARD, The jurassic flora. 1. The Yorkshire coast. Catal. mes. plants Brit. Museum. London 1900.
45. H. SALFELD, Fossile Land-Pflanzen der Rhät- und Juraformation Südwestdeutschlands. *Palaeontographica*, Stuttgart, Bd 54, 1907.
46. O. HEER, Flora fossilis Helvetiae. Zürich 1877.
47. O. HEER, Beiträge zur fossilen Flora Sibiriens und des Amurlandes. *St. Petersburg, Mém. Ac. Sc.* (7), T. 25, N:o 6. 1878. (Auch in *Flora foss. arct.*, Bd 5).

48. A. G. NATHORST, Zur mesozoischen Flora Spitzbergens. *Stockholm, Vet.-Ak. Handl.*, Bd 30, N:o 1, 1897.
49. H. YABE, Mesozoic plants from Korea. *Tokio, Journ. coll. sc. imp. univ. Japan*, Vol. 20, N:o 8, 1905.
50. M. YOKOYAMA, Mesozoic plants from Nagato and Bitchu. *Tokio, Journ. coll. sc. imp. univ. Japan*, Vol. 20, N:o 5. 1905.
51. A. SCHENK, Jurassische Pflanzen [von China]. In v. Richthofens China, Bd 4. 1883.
52. A. G. NATHORST, Beiträge zur mesozoischen Flora Japans. *Wien, Denkschr. Ak. Wiss.* (Mat. Nat. Cl.), Bd 57, 1890.
53. M. YOKOYAMA, Mesozoic plants from Kōzuke, Kii, Awa, and Tosa. *Tokio, Journ. coll. sc. imp. univ. Japan.* Vol. 7, N:o 3. 1894.
54. J. VELENOVSKY, Die Gymnospermen der böhmischen Kreideformation. Prag 1885.
55. O. HEER, Miocene Flora der Insel Sachalin. *St. Petersburg, Mém. Ac. Sc.* (7), T. 25, N:o 7. 1878. (Auch in *Flora foss. arct.*, Bd 5).
56. F. KRASSER, Kritische Bemerkungen und Übersicht über die bisher zutage geförderte fossile Flora des unteren Lias der österreichischen Voralpen. Wiesner Festschrift. Wien 1908.
57. R. ZEILLER, Flore fossile des gites de charbon du Tonkin. *Et. des gites minér. de la France.* Paris. Texte 1903; Atlas 1902.
58. A. C. SEWARD, Jurassic plants from Caucasia and Turkestan. *St.-Petersbourg, Mém. du com. géol.* Nouv. sér. livr. 38. 1907.
59. H. SALFELD, Beiträge zur Kenntnis jurassischer Pflanzenreste aus Norddeutschland. *Palaeontographica*, Stuttgart, Bd 56, 1909.
60. F. KRASSER, Zur Kenntnis der fossilen Flora der Lunzer Schichten. *Wien, Jahrbuch d. k. k. geol. Reichsanstalt*, Bd 59, H. 1. 1909.

TAFELERKLÄRUNGEN.

Wo nicht anders angegeben, sind die Abbildungen in natürlicher Grösse dargestellt.

Die Originalexemplare zu den Abbildungen Taf. 1, Fig. 2, 3, 8 (und 9), Taf. 2, Fig. 3, Taf. 5, Fig. 1 und 3 gehören dem Mineralogisch-Geologischen Institut der Universität Upsala; das Original zu Taf. 1, Fig. 4 gehört dem Geologischen Institut der Universität Strassburg im Elsass. Alle übrigen finden sich in der paläobotanischen Abteilung des Naturhistorischen Reichsmuseums zu Stockholm.

Tafel 1.

Nilssonia pumila Nathorst von Hör.

Fig. 1. Das einzige bisher gefundene Exemplar.

Nilssonia brevis Brongniart von Hör.

Fig. 2—11. Junge eingerollte Blätter; Fig. 9 ist dasselbe Exemplar wie Fig. 8, von der Seite gesehen.
12, 13. Zusammengeschlagenes Blatt, von vorn und von der Seite gesehen.
14. Junges, ganzrandiges Blatt.
15—20. Junge, verhältnismässig schmale Blätter; das Exemplar Fig. 19 ist ein Abdruck der Oberseite, die übrigen sind Abdrücke der Unterseite.
21. Blattbasis.
22, 23. Fragmentarische Abdrücke der Unterseite des Blattes, die verschiedene Zahl der Falten innerhalb der Segmente zeigend.
24. Abdruck der Unterseite; einige Segmente haben nur eine Falte in der Mitte, die daher wie ein Mittelnerv aussieht.
25—28. Fragmentarische Abdrücke der Unterseite, die Umbiegung der Segmente am Blattrand zeigend. Fig. 27 ist dasselbe Exemplar wie Fig. 26, von der Seite gesehen, und Fig. 28 gibt die Kontur der Biegung an.
29. Blattfragment, etwas *Pterophyllum*-ähnlich.
30. Fragmentarischer Abdruck der Unterseite, die Abdrücke der Falten und Streifen deutlich zeigend.
31. Detailfigur des vorigen Exemplars in doppelter Grösse.
32. Rechts Abdruck der Oberseite und links Abdruck der Unterseite von Blättern mit verhältnismässig stumpfen Segmenten.
33. Abdruck der Unterseite eines Exemplars, dessen Falten verhältnismässig weit von einander stehen (Taf. 2, Fig. 21 ist ein Wachsabguss desselben Exemplars).
34. Abdruck der Unterseite in der Nähe der Basis.
35. Blattbasis; Abdruck der Unterseite.

Tafel 2.

Nilssonia brevis Brongniart von Hör.

Fig. 1. Abdruck der Oberseite.
2. Abdruck der Unterseite.

Fig. 3—5. Verschiedene Blattspitzen; Abdrücke der Unterseite.
» 6—7. Abdrücke der Unterseite des unteren Teiles des Blattes.
» 8. Abdruck der Unterseite. Es ist das Originalexemplar zu NILSSONS Abbildung 1820 und zu STERNBERGS *Cycadites Nilssoni* 1825.
» 9. Abdruck der Unterseite eines Exemplares, dessen Segmente beinahe bis zur Spindel von einander getrennt sind.
» 10. Abdruck der Unterseite eines anderen Exemplars, das auch verhältnismässig tief segmentiert ist.
» 11—18. Wachsabgüsse von Abdrücken der Oberseite, das wirkliche Aussehen dieser Seite zeigend; Fig. 17 die Oberseite in Profil gesehen.
» 19—24. Wachsabgüsse von Abdrücken der Unterseite, das wirkliche Aussehen dieser Seite zeigend. Fig. 18 und 19 zeigen die beiden Seiten desselben Blattes.

Tafel 3.

Nilssonia brevis Brongniart von Hör.

Fig. 1. Abdruck der Unterseite eines verhältnismässig breiten Blattes.
» 2. Abdruck der Unterseite, mit sehr scharfen Faltenleisten und Streifen, STERNBERGS *Cycadites linearis* ähnlich.
» 3. Abdruck der Oberseite eines breiten Blattes.
» 4. Abdruck der Unterseite eines beinahe vollständigen Blattes. Man beachte die Verschiedenheit im Umriss der Segmente und in der Zahl der Falten innerhalb derselben an verschiedenen Teilen des Blattes.
» 5. Abdruck der Unterseite eines beinahe vollständigen Blattes; die Spitzen der Segmente sind z. T. im Gestein verborgen.
6. Abdruck der Unterseite der rechten Hälfte eines breiten Blattes.
7. Abdruck der Oberseite von zwei Segmenten.
8. Abdruck der Unterseite von zwei Segmenten; weil die Streifen hier verwischt sind, treten die Abdrücke der Falten allein hervor.

Tafel 4.

Nilssonia brevis Brongniart von Hör.

Fünf Blätter desselben Individuums, die noch ihre gegenseitige Lage einnehmen; Abdrücke der Unterseite.

Tafel 5.

Nilssonia brevis Brongniart von Hör.

Fig. 1. Blattspitze. Abdruck der Unterseite.
» 2, 3. Blätter mit schmalen Segmenten, den Übergang zu f. *subelongata* bildend; Fig. 2 Abdruck der Oberseite, Fig. 3 Abdruck der Unterseite.
» 8. Fragmentarischer Abdruck der Unterseite eines Segmentes aus der Tonschicht in doppelter Grösse.

Nilssonia brevis Brongniart f. subelongata von Hör.

Fig. 4. Mittlerer Teil des Blattes; Abdruck der Unterseite.
5. Oberer Teil des Blattes in der Nähe der Spitze; Abdruck der Unterseite.

Nilssonia brevis f. elongata Brongniart von N. Hultarp.

Fig. 6. Das Originalexemplar Nilssons (1820) und Brongniarts (1825); Abdruck der Unterseite.
» 7. Das unterste Segment rechts vom vorigen Exemplar, eineinhalbmal vergrössert.

Nilssonia polymorpha Schenk vom Hörsandstein.

Fig. 9—11. Abdrücke der Unterseite; von Hör.
» 12. Fragmentarisches Exemplar von Ormanäs, dessen Zugehörigkeit zur *N. polymorpha* etwas ungewiss ist; es kann sich möglicherweise um eine Form von *N. brevis* handeln; Abdruck der Unterseite.
13. Ganzrandiges Exemplar von Färingtofta; Abdruck der Unterseite.

Tafel 6.

Nilssonia pterophylloides Nathorst von Bjuf und Hyllinge.

Fig. 1. Drei Blätter in ihrer ursprünglichen Lage an der (nicht sichtbaren) Stamm- oder Zweigspitze, und links eine Sammlung von Samen.
» 2. Der linke Teil desselben Exemplars, die Fortsetzung des linken Blattes über die Samensammlung zeigend.
3. Mittlerer Teil der verkohlten Oberseite eines Blattes; weil die Kohlensubstanz der Spindel weggefallen ist, kommt nur der Abdruck derselben zu sehen.
» 4. Verkohlte Oberseite eines Blattes: die Kohlensubstanz der Segmente ist z. T. weggefallen und an solchen Stellen tritt der Abdruck der Unterseite derselben hervor.
» 5. Abdruck der Oberseite über der Spindel.
6, 7. Partien der verkohlten Oberseite von zwei Segmenten in doppelter Grösse, den Verlauf der Nerven im Blattparenchym zwischen den Rinnen zeigend.
8. Drei Samen des Exemplares Fig. 1, in doppelter Grösse.

Das Exemplar Fig. 3 stammt von Hyllinge, die übrigen von Bjuf.

Nilssonia polymorpha Schenk von Pålsjö.

Fig. 9. Abdruck der Unterseite.
» 10. Die Unterseite selbst von dem verkohlten Blatte desselben Exemplars.
» 11. Detailfigur des untersten Teiles rechts vom vorigen Exemplar, wo die Kohlensubstanz weggefallen ist, so dass der Abdruck der Oberseite zu sehen kommt. $^4/_1$.
12. Oberseite eines verkohlten Exemplares in zweieinhalbfacher Grösse, an welcher die Nerven, die in den Parenchymrillen zwischen den Parenchymstreifen verlaufen, deutlich zu sehen kommen.
13. Abdruck der Oberseite über der Spindel eines verkohlten Exemplares in zweieinhalbfacher Grösse.

Nilssonia brevis Brongniart von Hör und Pålsjö.

Fig. 14—16. Samen, aus der Tonschicht des Hörsandsteins. $^2/_1$.
17. Partie eines Blattes von Pålsjö.
18. Detailfigur des vorigen Exemplars in dreifacher Grösse, die Nerven zeigend.
19—22. Ein Exemplar aus der Tonschicht des Hörsandsteins. Fig. 19, Abdruck der Oberseite, mit scharfen Leisten, den Faltenrinnen entsprechend; Fig. 20, Partie desselben Abdruckes in doppelter Grösse; Fig. 21, die verkohlte Oberseite mit den Faltenrinnen; Fig. 22, dasselbe Exemplar, nachdem die Kohlensubstanz z. T. entfernt ist, so dass der Abdruck der Unterseite auch zu sehen kommt.

Nilssoniopteris tenuinervis Nathorst von Cloughton Wyke.

Fig. 23. Basalteil des Blattes.
24. Oberer Teil des Blattes.
» 25. Detailfigur in doppelter Grösse vom Abdruck der Unterseite, mit deutlicher Gabelung der Nerven.

Nilssonia Münsteri Presl sp. von Stabbarp.

Fig. 26. Verkohlte Oberseite des mittleren Teils eines Blattes.
» 27. Detailfigur des Basalteiles eines Segments desselben Exemplars. $^{6}/_{1}$.
» 28. Abdruck der Oberseite desselben Exemplars.

Tafel 7.

Nilssonia brevis Brongniart von Hör.

Fig. 1—4. Blätter aus dem Hörsandstein.
» 5. Verkohlte Blätter und Abdrücke derselben in der Tonschicht.
» 6. Zwei Spaltöffnungen an der Epidermis (Kutikula) des Integuments des Samens. $^{120}/_{1}$.
» 7. Partie eines Samens mit von der Kutikula des Integuments umschlossenen Harzkörnern. $^{35}/_{1}$.
» 8. Partie der Kutikula eines Samens mit gewölbten Abdrücken der Harzkörner. $^{12}/_{1}$.
» 9. Detailfigur des vorigen Exemplars. $^{55}/_{1}$.
» 10. Detailfigur eines anderen Exemplars in noch stärkerer Vergrösserung. $^{110}/_{1}$.
» 11. Die innere Membrane (Rest des Nucellus) des Samens, an deren Mitte noch vier undurchsichtige Harzkörner haften. $^{15}/_{1}$.
» 12. Partie vom schwammigen Gewebe des Samens, das mit den Harzkörnern in Verbindung vorkommt. $^{90}/_{1}$.
» 13. Partie der Kutikula des Samens; in der Mittelspalte kommt auch eine Partie der inneren Membrane zu sehen. $^{115}/_{1}$.
» 14. Partie der Kutikula der Oberseite des Blattes. $^{85}/_{1}$.
» 15. Partie des vorigen Exemplars in stärkerer Vergrösserung. $^{100}/_{1}$.

Nilssonia pterophylloides Nathorst von Bjuf.

Fig. 16. Partie der Kutikula des Samens in der Nähe des Mikropyls. $^{50}/_{1}$.
» 17. Der kalottenförmige Rest des Nucellus desselben Exemplars. $^{50}/_{1}$.
» 18. Die Kutikula der Blattoberseite. $^{50}/_{1}$.
» 19. Partie der Spaltöffningszone der Kutikula der Blattunterseite. $^{110}/_{1}$.

Nilssonia polymorpha Schenk von Palsjö.

Fig. 20. Partie der Kutikula des Samens, an welcher noch zwei Harzkörner haften. $^{50}/_{1}$.

Nilssoniopteris tenuinervis Nathorst von Clougton Wyke.

Fig. 21. Kutikula der Blattunterseite. $^{100}/_{1}$.

Tafel 8.

Nilssonia brevis Brongniart von Hör.

Fig. 1. Kutikula der Blattunterseite in der Nähe der Spindel. $^{15}/_{1}$.
» 2, 3. Partien vom Rande des vorigen Präparats in stärkerer Vergrösserung; Fig. 2, $^{40}/_{1}$; Fig. 3, $^{80}/_{1}$.
» 4, 5. Andere Partien desselben Präparats mit zwei breiten Spaltöffnungszonen und einer dazwischenliegenden Zone ohne Spaltöffnungen, aber mit einzelnen stärker kutinisierten Zellen. Beide Figuren $^{85}/_{1}$.
» 6. Partie mit drei der stärker kutinisierten Zellen. $^{530}/_{1}$.
» 7. Kutikula der Blattoberseite mit einer Zone von stark kutinisierten Zellen, die wahrscheinlich einer Faltenrinne entspricht. $^{50}/_{1}$.

Fig. 8. Kutikula der Blattunterseite mit den abwechselnden Zonen mit und ohne Spaltöffnungen. $^{45}/_{1}$.
» 9. Kutikula der Blattoberseite mit zwei Harzkörnchen. $^{50}/_{1}$.
» 10, 11. Bernsteinähnliche durchscheinende Harzkörnchen. $^{200}/_{1}$.

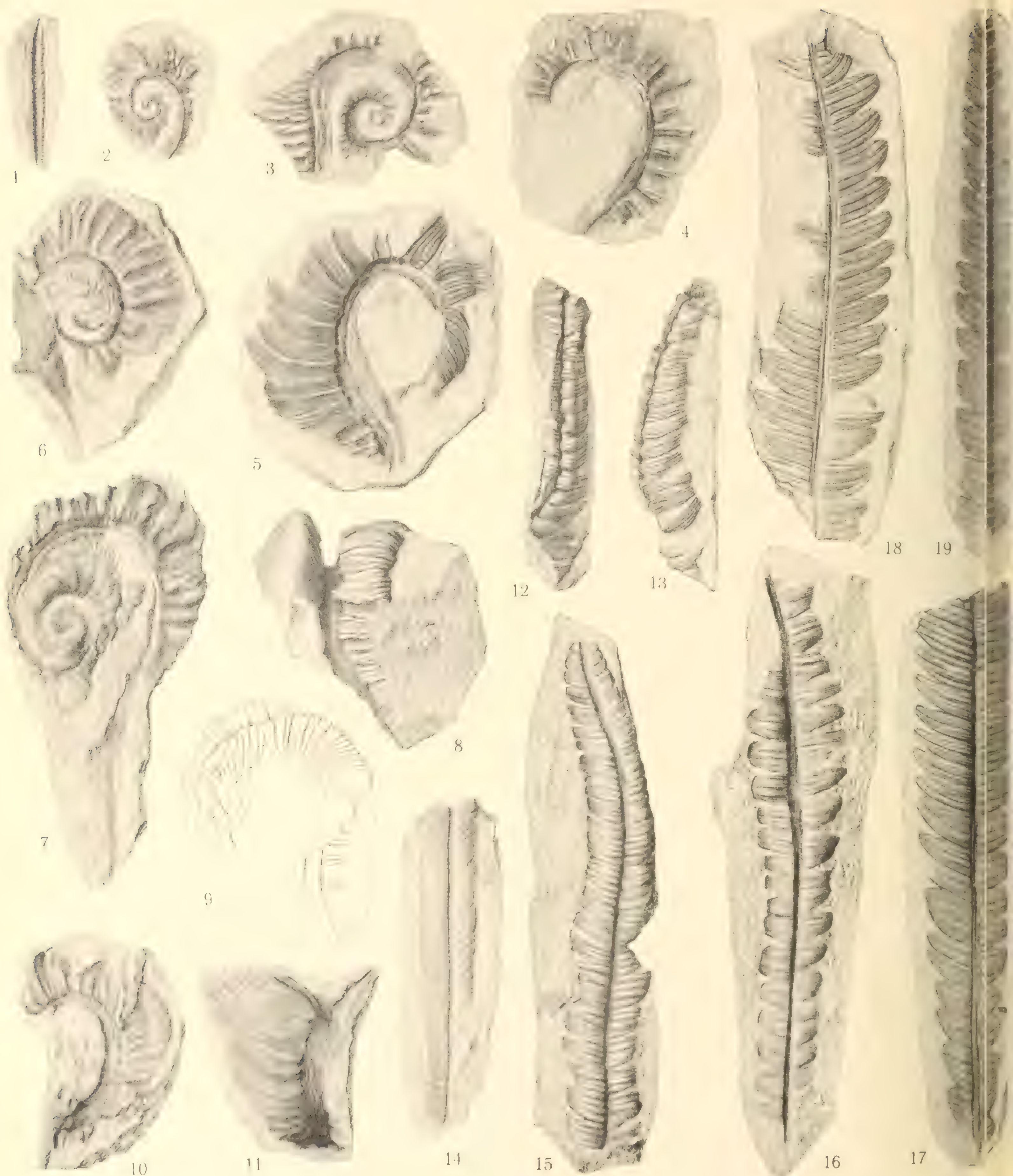
Nilssonia polymorpha Schenk von Palsjö.

Fig. 12. Kutikula der Blattunterseite mit angrenzender Kutikula der Spindel. $^{20}/_{1}$.
» 13, 14. Partien des vorigen Präparats in stärkerer Vergrösserung; Fig. 13, $^{60}/_{1}$; Fig. 14, $^{100}/_{1}$.
» 15. Kutikulapartie der Blattunterseite mit mehreren Spaltöffnungen; etwa $^{320}/_{1}$.
» 16. Kutikula der Blattspindel. $^{95}/_{1}$.
» 17. Partie des vorigen Präparats in noch stärkerer Vergrösserung, mit vier ovalen stark kutinisierten Zellen. $^{330}/_{1}$.
» 18. Kutikula der Blattoberseite. $^{110}/_{1}$.

Inhalt.

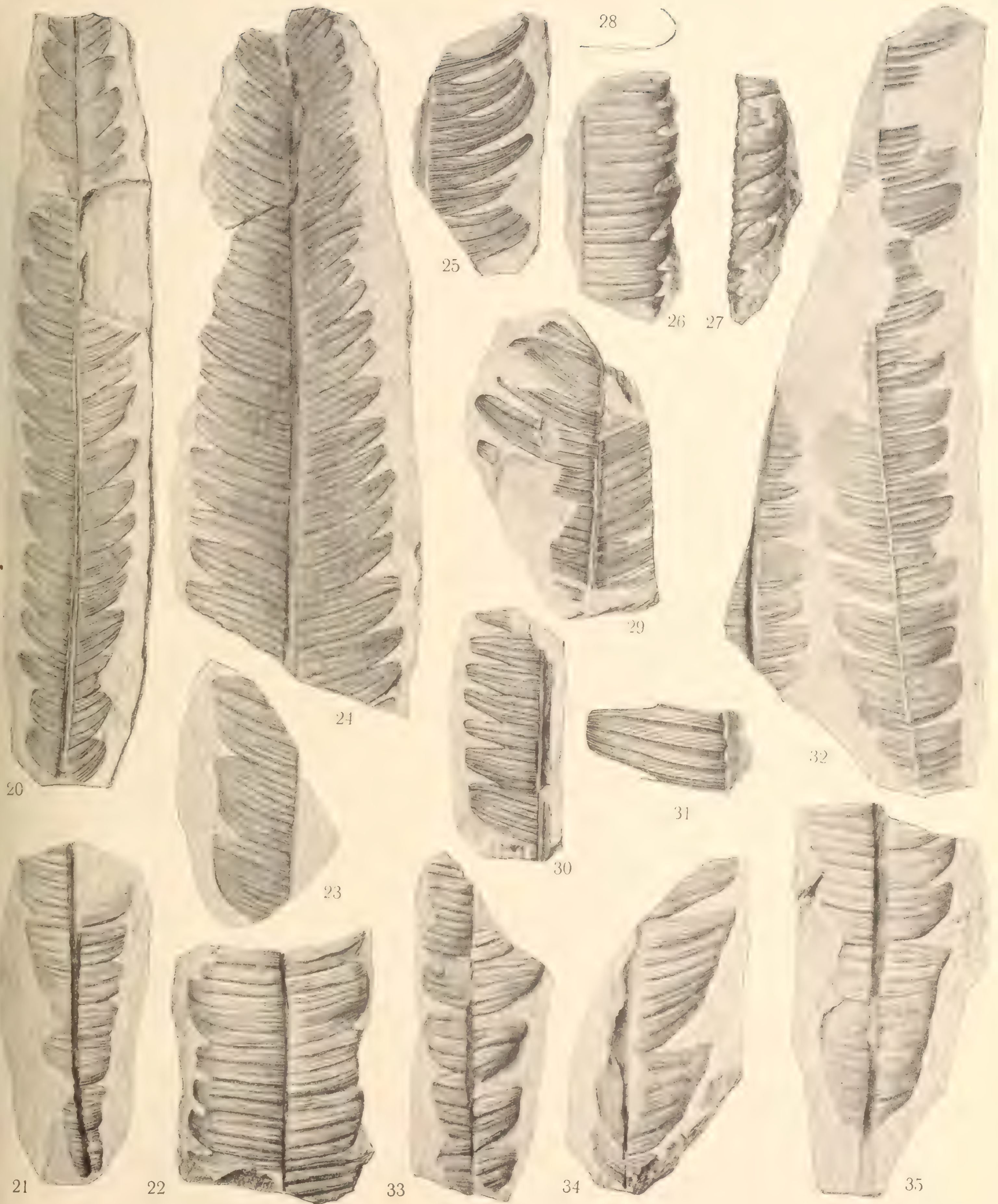
Tryckt den 17 maj 1909.

Uppsala 1909. Almqvist & Wiksells Boktryckeri-A.-B.



C. Hedelin et Th. Ekblom del.

1. Nilssonia pumila Na.



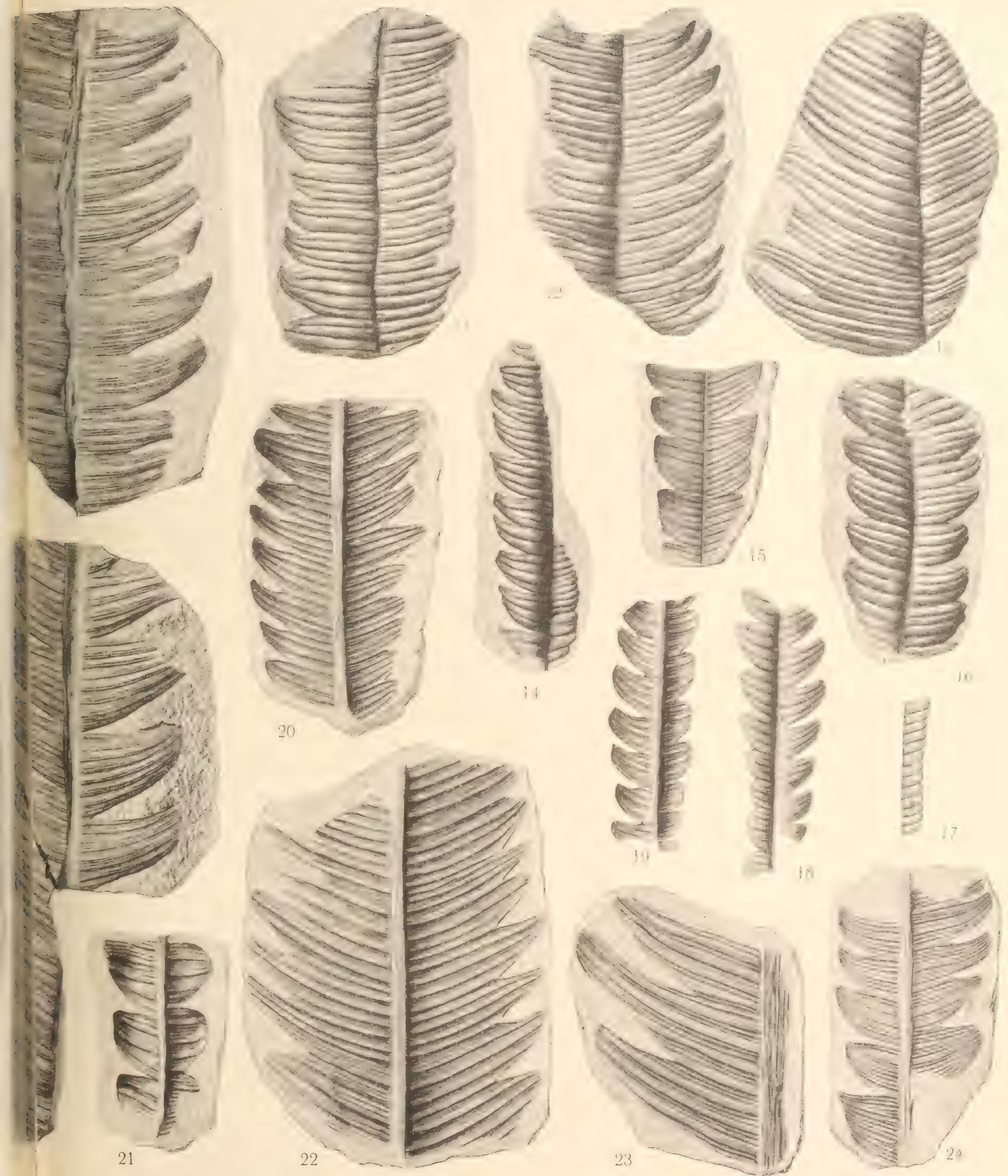
Nilssonia brevis Brongn.

Ljustr. Cederquists Graf. A.-B., Sthlm.



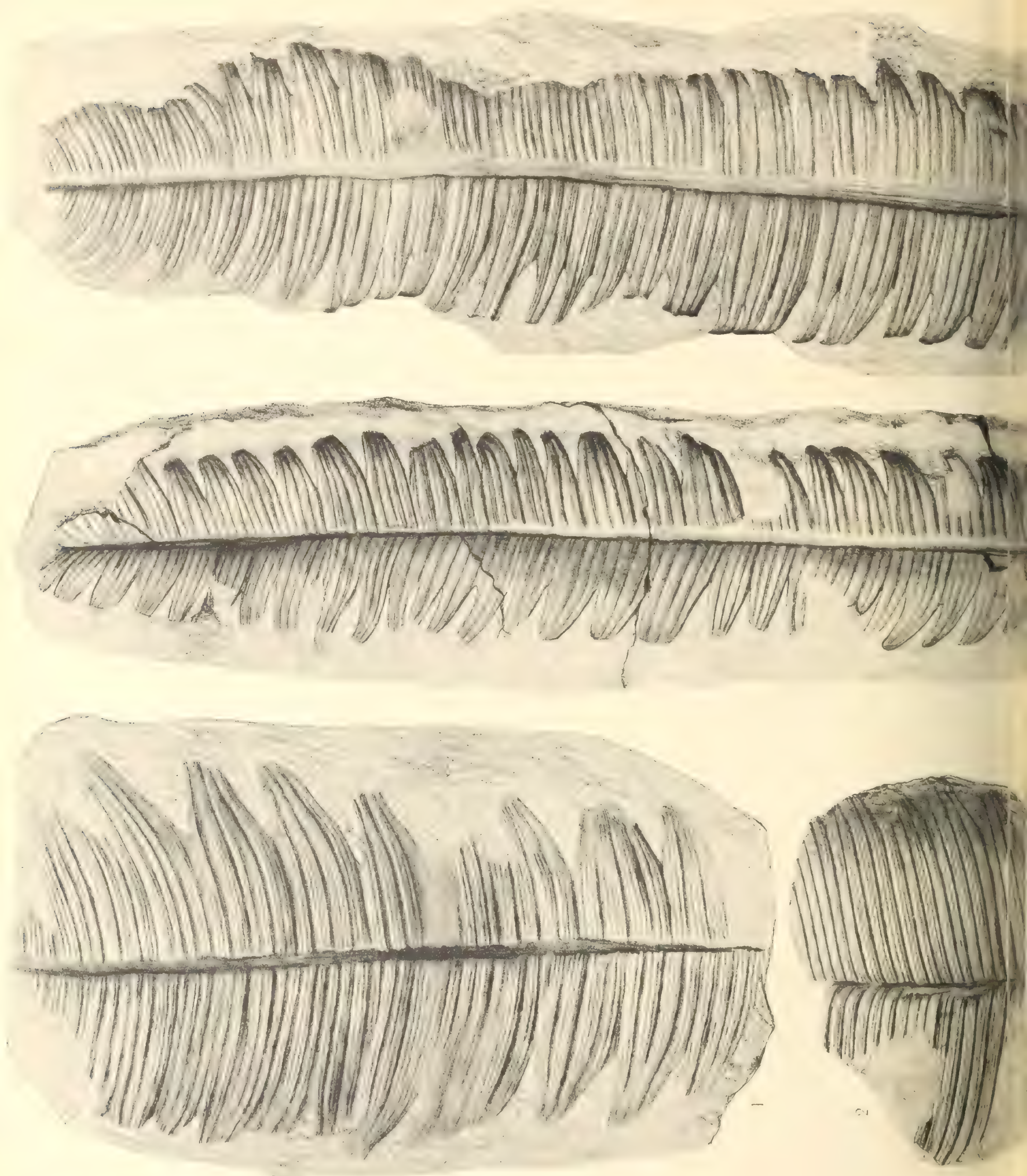
C. Hedelin et Th. Ekblom del.

Nils



Ljustr. Cederquists Graf. A.-B., Sthlm.

ongn.



C. Hedelin et Th. Ekblom del.

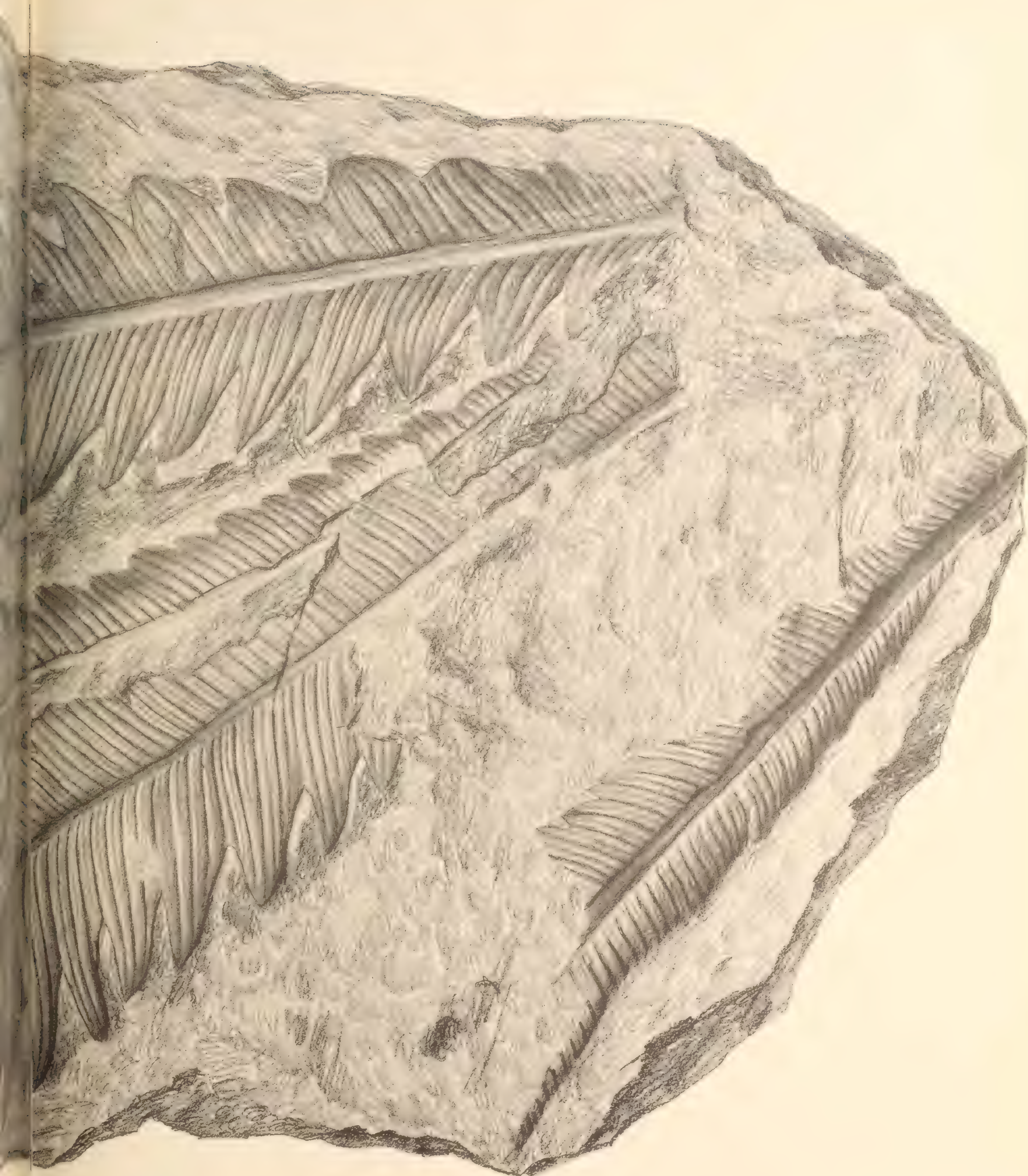


Nilssonia brevis Brongn.

Ljustr. Cederquists Graf. A.-B., Sthlm.

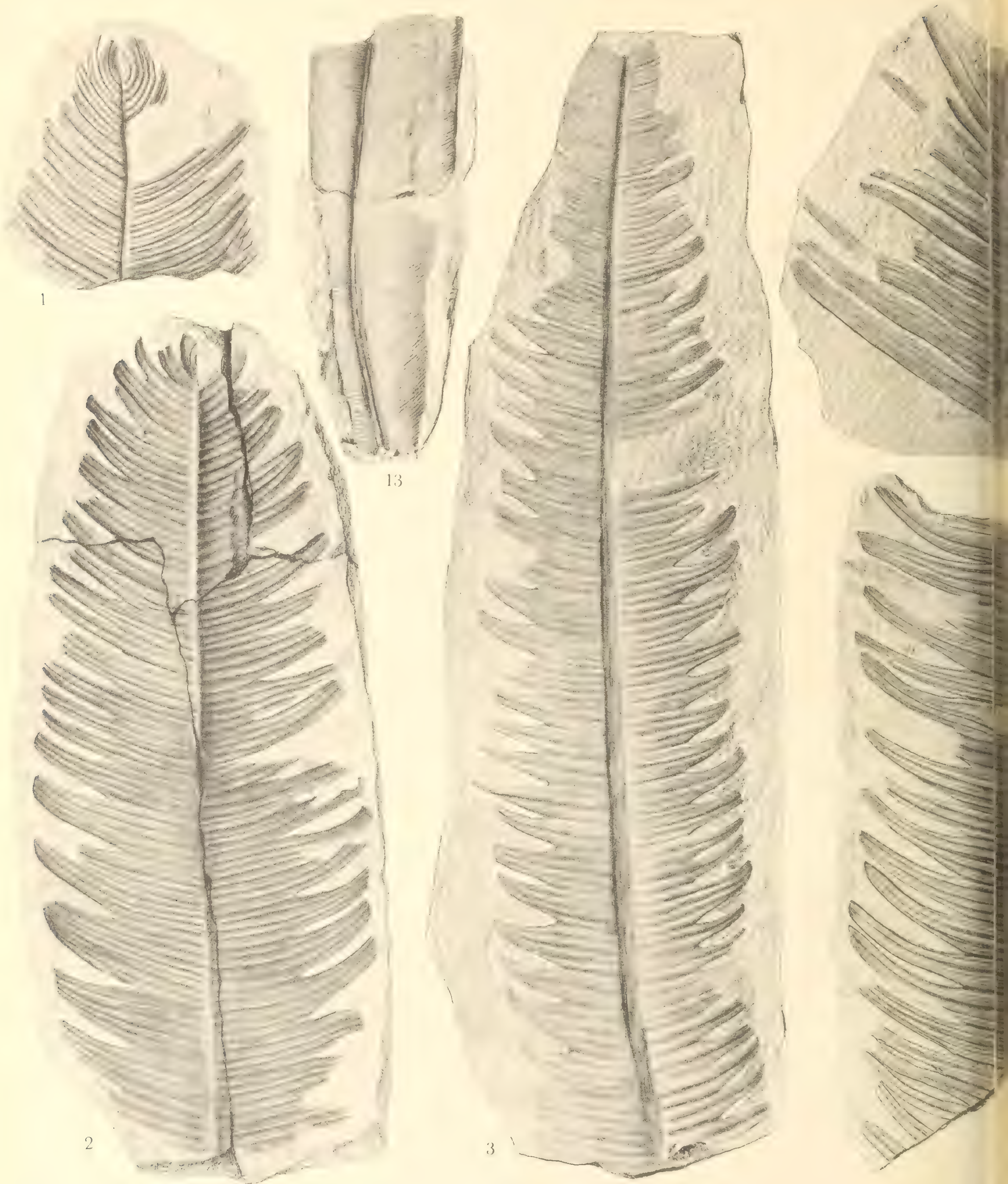


Th. Ekblom del.



Nilssonia brevis Brongn.

Ljustr. Cederquists Graf. A.-B., Sthlm.



C. Hedelin et Th. Ekblom del. Th. Ekblom phot.

1—5, 8. Nilssonia brevis Brongn. 6, 7. Nils



Brongn. 9—13. Nilssonia polymorpha Schenk.

Ljustr. Cederquists Graf. A.-B., Sthlm.



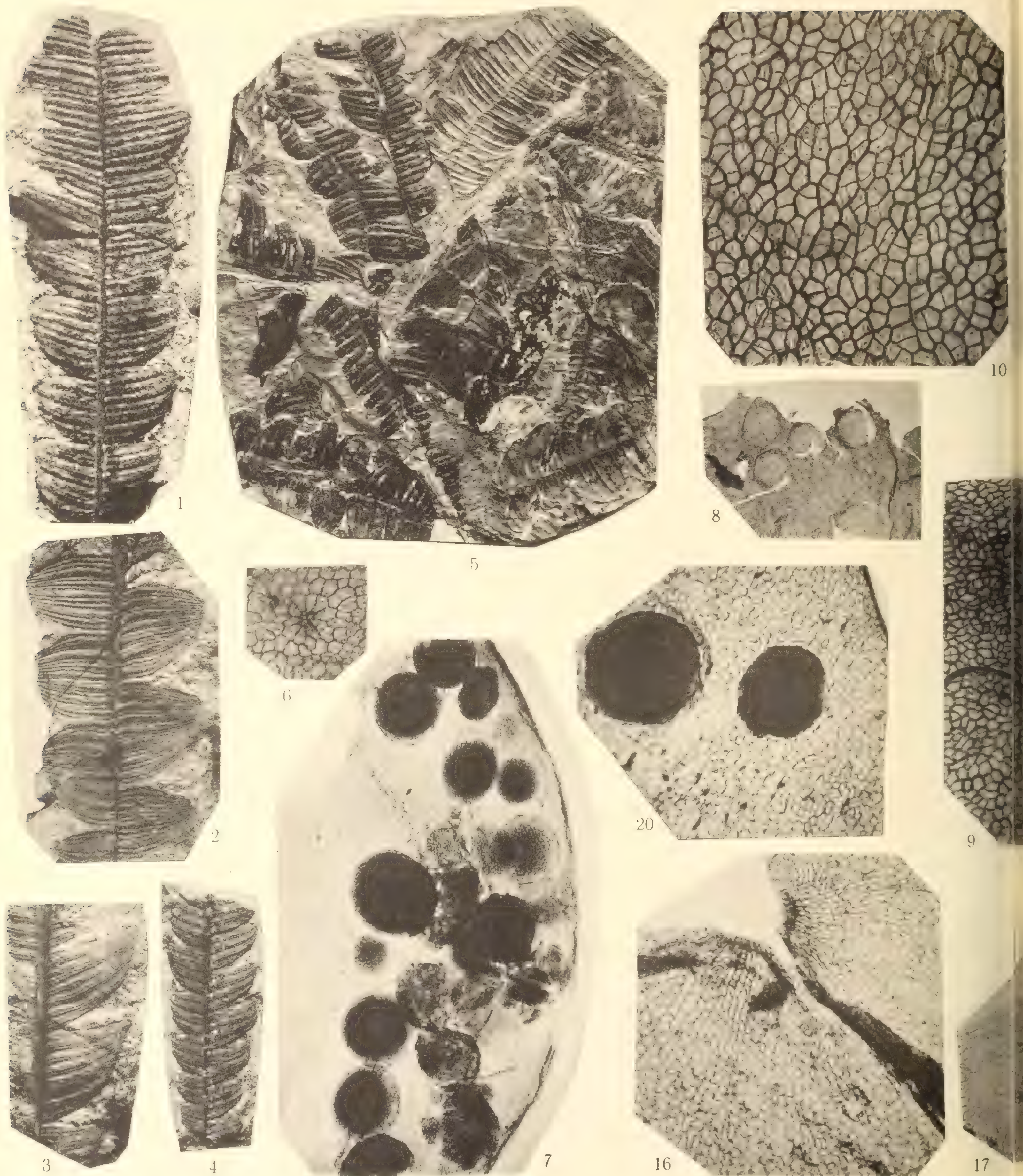
C. Hedelin et Th. Ekblom del. Th. Ekblom phot

1—8. Nilssonia pterophylloides Nath. 9—13. Nilssonia polymorpha Schenk. 14—22. Ni



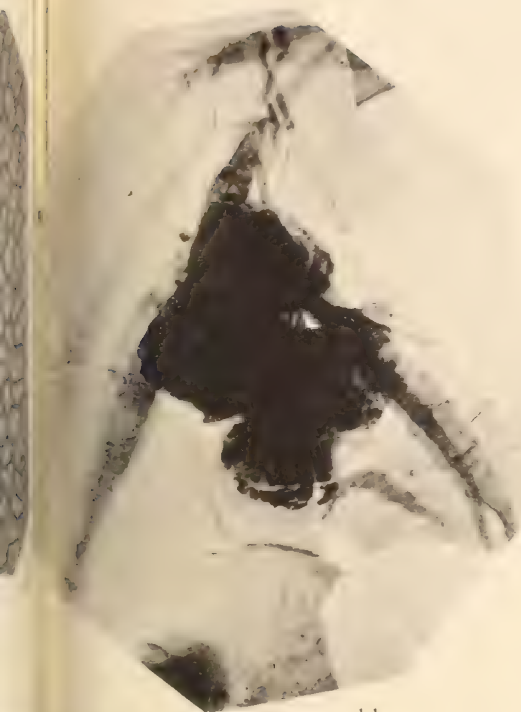
…Brongn. 23—25 Nilssoniopteris tenuinervis Nath. 26—28. Nilssonia Münsteri Presl sp.

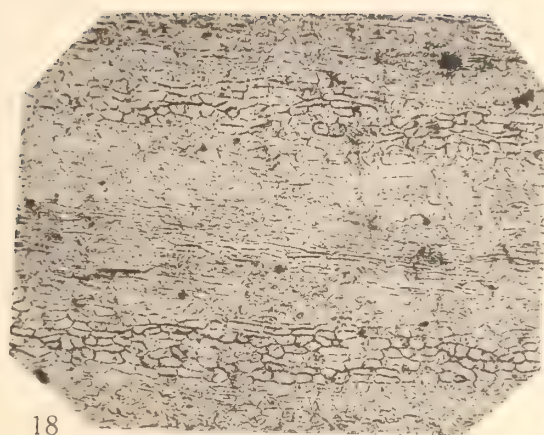
Ljustr. Cederquists Graf. A.-B., Sthlm.

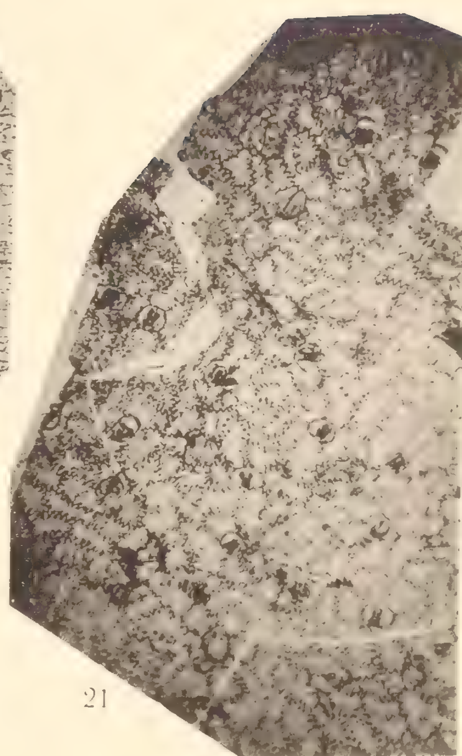


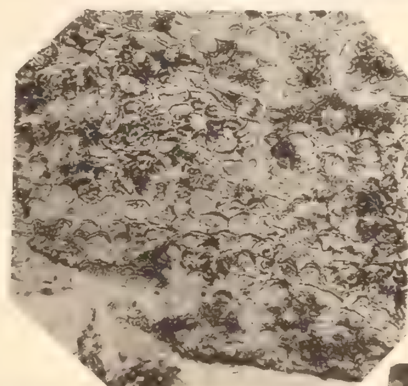
Th. Ekblom phot.

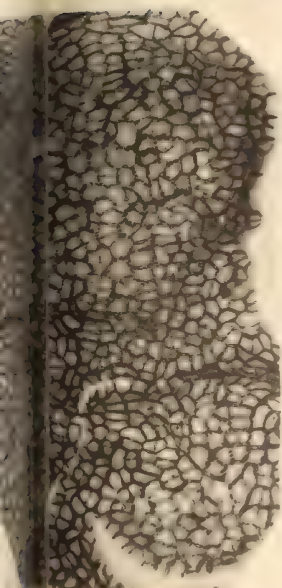
1—15. Nilssonia brevis Brongn. 16—19. Nilssonia pterophylloides

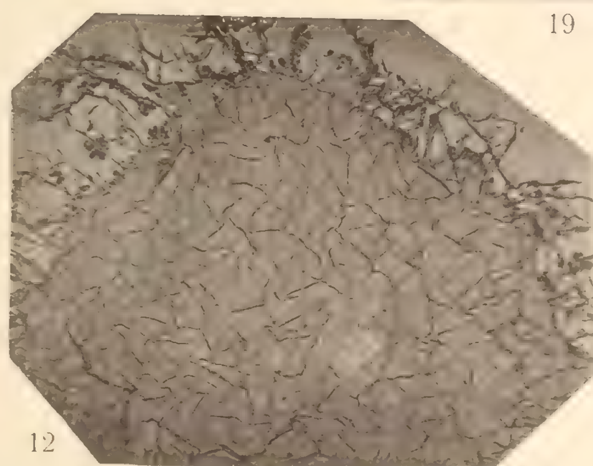

11

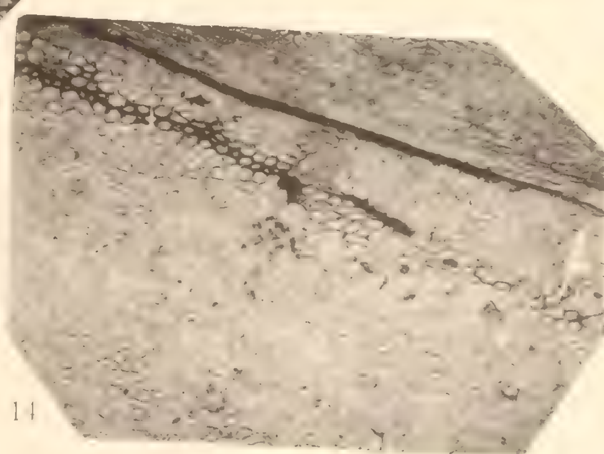

18


21


19




12


14

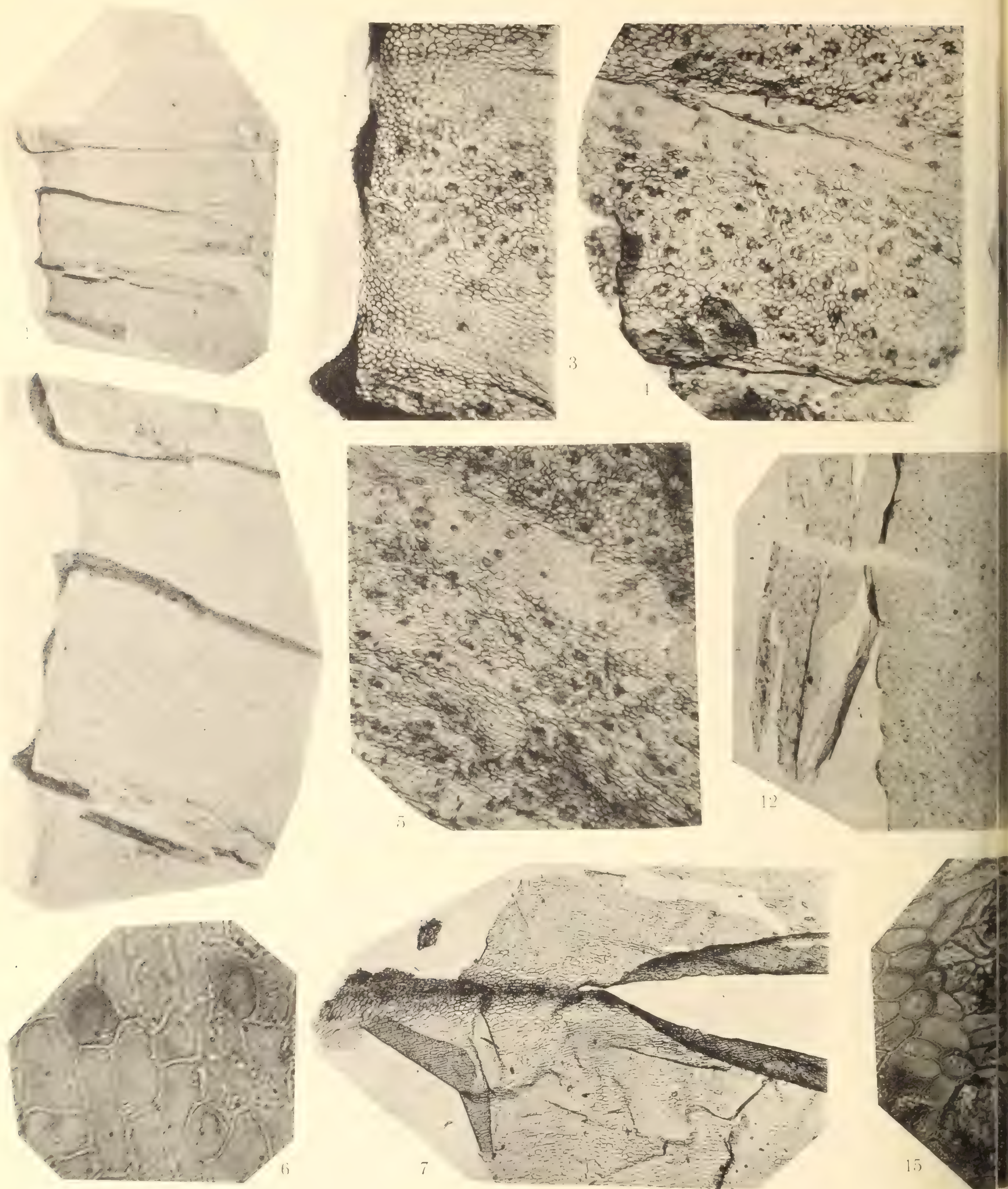


13


15

Nilssonia polymorpha Schenk. 21. Nilssoniopteris tenuinervis Nath.

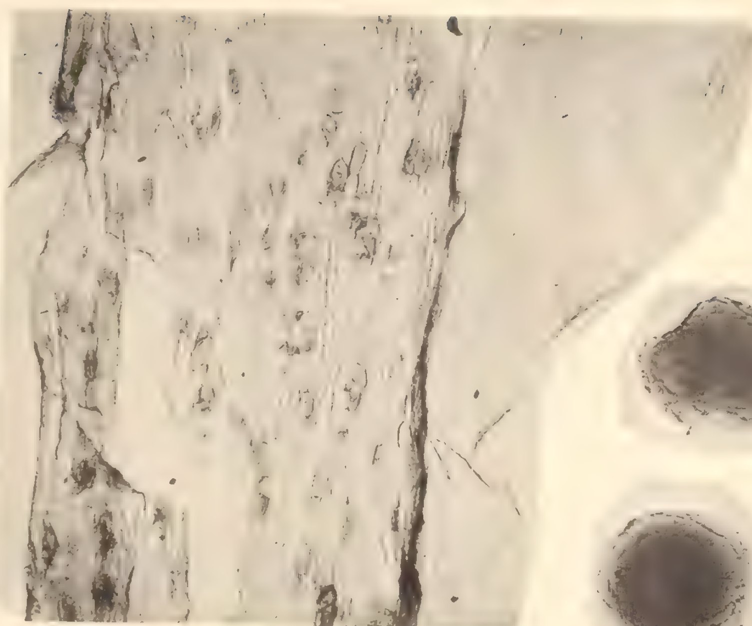
Ljustr. Cederquists Graf. A.-B., Sthlm.

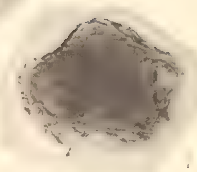


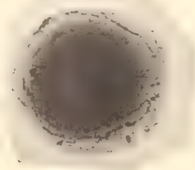
Th. Ekblom phot.

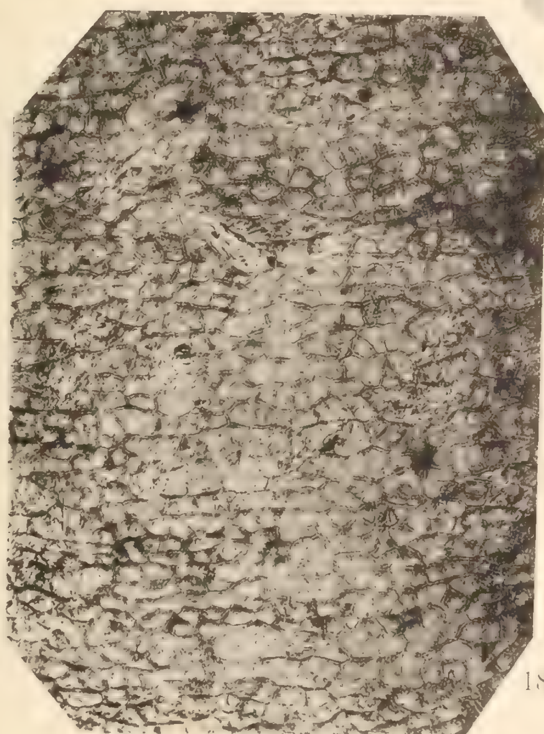
1—11. Nilssonia brevis Brong

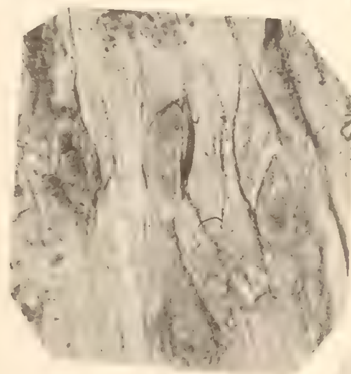

13

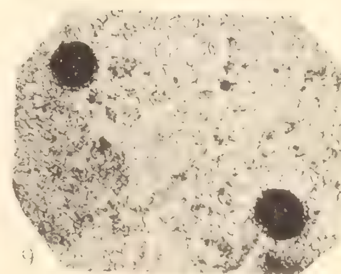

16

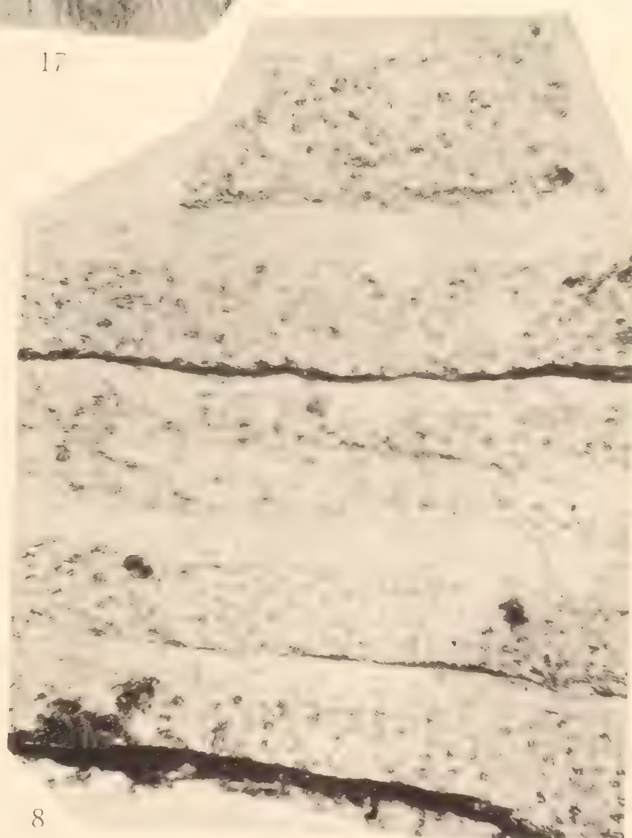

11

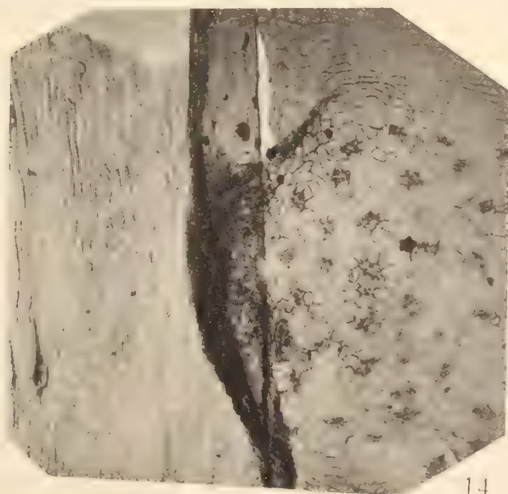

10


18


17


9


8


14



Nilssonia polymorpha Schenk.

Ljustr. Cederquists Graf. A.-B., Sthlm.

KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 43. N:o 1.

ZUR KENNTNIS
DER
MESOZOISCHEN EQUISETALES SCHWEDENS

VON

THORE G. HALLE

MIT 9 TAFELN

MITGETEILT AM 4. DECEMBER 1907 DURCH A. G. NATHORST UND J. ERIKSSON

UPPSALA & STOCKHOLM. ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.

BERLIN
R. FRIEDLÄNDER & SOHN
11 CARLSTRASSE

LONDON
WILLIAM WESLEY & SON
28 ESSEX STREET. STRAND

PARIS
LIBRAIRIE C. KLINCKSIECK
11 RUE DE LILLE

KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 43. N:o 2.

DIE OPTISCHE ABBILDUNG IN HETEROGENEN MEDIEN UND DIE DIOPTRIK DER KRISTALLINSE DES MENSCHEN

VON

ALLVAR GULLSTRAND

MIT 4 TEXTFIGUREN

VORGELEGT AM 27. FEBRUAR 1908



UPPSALA & STOCKHOLM. ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.

BERLIN
R. FRIEDLÄNDER & SOHN
11 CARLSTRASSE

LONDON
WILLIAM WESLEY & SON
28 ESSEX STREET. STRAND

PARIS
LIBRAIRIE C. KLINCKSIECK
11 RUE DE LILLE

KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 43. N:r 3.

PALÄOBOTANISCHE MITTEILUNGEN

3

VON

A. G. NATHORST

MIT 2 TAFELN

MITGETEILT AM 11. MÄRZ 1908



UPPSALA & STOCKHOLM. ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.

BERLIN
R. FRIEDLÄNDER & SOHN
11 CARLSTRASSE

LONDON
WILLIAM WESLEY & SON
28 ESSEX STREET, STRAND

PARIS
LIBRAIRIE C. KLINCKSIECK
11 RUE DE LILLE

KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 43. N:o 4.

ENTWURF EINER MONOGRAPHIE

DER GATTUNGEN

WISSADULA UND PSEUDABUTILON

VON

ROB. E. FRIES

MIT 10 TAFELN

MITGETEILT AM 11. MÄRZ 1908 DURCH A. G. NATHORST UND J. ERIKSSON

UPPSALA & STOCKHOLM. ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.

BERLIN
R. FRIEDLÄNDER & SOHN
11 CARLSTRASSE

LONDON
WILLIAM WESLEY & SON
28 ESSEX STREET. STRAND

PARIS
LIBRAIRIE C. KLINCKSIECK
11 RUE DE LILLE

KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 43. N:o 5.

UEBER ALGEN UND HYDROZOEN IM SILUR VON GOTLAND UND OESEL

VON

AUG. ROTHPLETZ

MIT 6 TAFELN

MITGETEILT AM 13. MAI 1908 DURCH A. G. NATHORST UND G. HOLM



UPPSALA & STOCKHOLM. ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.

BERLIN
R. FRIEDLÄNDER & SOHN
11 CARLSTRASSE

LONDON
WILLIAM WESLEY & SON
28 ESSEX STREET. STRAND

PARIS
LIBRAIRIE C. KLINCKSIECK
11 RUE DE LILLE

KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 43. N:o 6.

PALÄOBOTANISCHE MITTEILUNGEN

4—6

VON

A. G. NATHORST

MIT 4 TAFELN UND 1 TEXTFIGUR

MITGETEILT AM 27. MAI 1908

UPPSALA & STOCKHOLM. ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.

BERLIN
R. FRIEDLÄNDER & SOHN
11 CARLSTRASSE

LONDON
WILLIAM WESLEY & SON
28 ESSEX STREET. STRAND

PARIS
LIBRAIRIE C. KLINCKSIECK
11 RUE DE LILLE

KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 43. N:o 7.

ÜBER
DEN BAU UND DIE ENTWICKLUNG
DER FLORIDEENGATTUNG
MARTENSIA

VON

NILS SVEDELIUS

MIT 4 TAFELN UND 62 FIGUREN IM TEXT

MITGETEILT AM 9. SEPTEMBER 1908 DURCH V. WITTROCK UND A. G. NATHORST

UPPSALA & STOCKHOLM. ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.

BERLIN
R. FRIEDLÄNDER & SOHN
11 CARLSTRASSE

LONDON
WILLIAM WESLEY & SON
28 ESSEX STREET. STRAND

PARIS
LIBRAIRIE C. KLINCKSIECK
11 RUE DE LILLE

KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 43. N:o 8.

PALÄOBOTANISCHE MITTEILUNGEN

7

VON

A. G. NATHORST

MIT 3 TAFELN UND 12 TEXTFIGUREN

MITGETEILT AM 2. DEZEMBER 1908



UPPSALA & STOCKHOLM. ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.

BERLIN
R. FRIEDLÄNDER & SOHN
11 CARLSTRASSE

LONDON
WILLIAM WESLEY & SON
28 ESSEX STREET. STRAND

PARIS
LIBRAIRIE C. KLINCKSIECK
11 RUE DE LILLE

KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 43. N:o 9.

STUDIEN

ÜBER

REGENERATIONS- UND REGULATIONSERSCHEINUNGEN

II

ERGÄNZENDE UNTERSUCHUNGEN AN ACTINIARIEN

VON

OSKAR CARLGREN

MIT 4 TAFELN UND 2 TEXTFIGUREN

EINGEREICHT AM 2. DEZEMBER 1908



UPPSALA & STOCKHOLM. ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.

BERLIN
R. FRIEDLÄNDER & SOHN
11 CARLSTRASSE

LONDON
WILLIAM WESLEY & SON
28 ESSEX STREET. STRAND

PARIS
LIBRAIRIE C. KLINCKSIECK
11 RUE DE LILLE

KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 43. N:o 10.

ON THE GALACTIC SYSTEM

WITH REGARD TO ITS

STRUCTURE, ORIGIN, AND RELATIONS IN SPACE

BY

KARL BOHLIN

WITH 4 FIGURES IN THE TEXT AND 6 PLATES,

INCLUDING PHOTOGRAPHS OF THE PLANETARY NEBULÆ AND OTHER OBJECTS

— — —

READ JANUARY 13TH 1909

UPPSALA & STOCKHOLM. ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.

BERLIN
R. FRIEDLÄNDER & SOHN
11 CARLSTRASSE

LONDON
WILLIAM WESLEY & SON
28 ESSEX STREET. STRAND

PARIS
LIBRAIRIE C. KLINCKSIECK
11 RUE DE LILLE

KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 43. N:o 11.

CYTOLOGISCHE UND MORPHOLOGISCHE STUDIEN

AN

DROSERA LONGIFOLIA × ROTUNDIFOLIA

VON

O. ROSENBERG

MIT 4 TAFELN UND 33 TEXTFIGUREN

MITGETEILT AM 10. MÄRZ 1909 DURCH V. WITTROCK UND J. ERIKSSON



UPPSALA & STOCKHOLM. ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.

BERLIN
R. FRIEDLÄNDER & SOHN
11 CARLSTRASSE

LONDON
WILLIAM WESLEY & SON
28 ESSEX STREET. STRAND

PARIS
LIBRAIRIE C. KLINCKSIECK
11 RUE DE LILLE

KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 43. N:o 12.

ÜBER DIE GATTUNG

NILSSONIA BRONGN.

MIT BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG SCHWEDISCHER ARTEN

VON

A. G. NATHORST

MIT 8 DOPPELTAFELN UND 3 TEXTFIGUREN

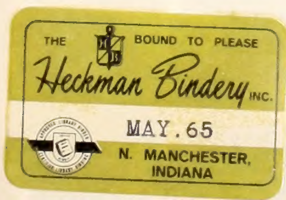
VORGELEGT AM 10. MÄRZ 1909

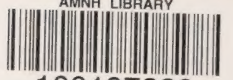
UPPSALA & STOCKHOLM. ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.

BERLIN
R. FRIEDLÄNDER & SOHN
11 CARLSTRASSE

LONDON
WILLIAM WESLEY & SON
28 ESSEX STREET. STRAND

PARIS
LIBRAIRIE C. KLINCKSIECK
11 RUE DE LILLE


THE BOUND TO PLEASE
Heckman Bindery INC.
MAY.65
N. MANCHESTER,
INDIANA


AMNH LIBRARY
100197329